DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang | 17. Juli 1925 | Heft 29

Physiogeographische Skizze des Russischen und Mongolischen Altai.

Von P. Fickeler, München.

Durch die Forschungen der beiden Jahrzehnte vor dem Weltkriege wurde der Tiënschan zweifellos zum bestbekannten Gebirge Zentralasiens. Vom nördlich benachbarten *Altai* wurde jedoch weniger Aufhebens gemacht, trotzdem dort in aller Stille eine Anzahl Russischer Gelehrter unsere Kenntnisse in vielen Beziehungen erweiterten.

Bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts war besonders der Russische Altai durch Deutschlands berühmteste Naturforscher wie C. F. v. Ledebour, C. A. Meyer und A. v. Bunge, besonders aber durch A. v. Humboldt, der bis zum damaligen chinesischen Grenzposten Baty am Irtyschfluß vordrang (1829), leidlich bekannt. Der scharfe Beobachter H. v. Helmersen (1834) trug zur Aufhellung des geologischen Baues bedeutend bei, und auf drei beschwerlichen Exkursionen erforschte Gebler (1833—35) sogar das Katungebirge im Zentralaltai. Von größter Bedeutung war auch die Reise P. v. Tschichatschews (1842) und B. v. Cottas (1868), die fast eine Wiederholung derjenigen von v. Humboldts bildete. Der Mongolische Altai war bis 1873 nur aus der vorzüglichen „Chinesischen Reichsgeographie" (1790) bekannt und wurde erst durch Matusowski und besonders die ausgedehnten Reisen des unermüdlichen Potanin, die dieser in seinen klassischen „Skizzen aus der Nordwestmongolei" (1893) niederlegte, dem wissenschaftlichen Verständnis nähergebracht.

Der Bau der sibirischen Bahn und die geologische Landesaufnahme leiteten aber für den Altai zu Anfang der neunziger Jahre eine neue Forschungsperiode ein, die im wesentlichen von *russischen* Forschern getragen wird. Der Botaniker der Tomsker Universität, W. W. Saposhnikow, durchforschte den russischen Zentralaltai und westlichen Mongolischen Altai. Koslow zog mit seinen Begleitern (1899—1901) am ganzen Mongolischen Altai entlang, von 1905—1915 durchstreifte der Helsingforser Geograph J. G. Granö mit großem Erfolge das gleiche Gebiet, und noch 1914 besuchte der Altmeister der Geologie Zentralasiens, W. A. Obrutschew, den Russischen Altai, über den er sehr lichtvolle „Altaistudien" veröffentlichte, während Sjedelnikow und Rjesnitschenko (1908—1912) den Süd-Altai in jeder Beziehung bekannter machten.

Die Forschungen dieser Männer, ebenso wie die noch vieler anderer, sind aber meist in Spezialarbeiten niedergelegt, die entweder geographische Einzelprobleme verfolgen oder aber nur Teile des Altai behandeln. Auch die zusammenfassende Behandlung des russischen Altai in Semenow-Tianschanskis Rußland Bd. XVI „Westsibirien" war keine geographische Darstellung im modernen Sinne. Besonders war das in den Annalen des Petersburger Zentralobservatoriums angesammelte meteorologische Stationsmaterial noch nicht zu einer klimatischen Darstellung verarbeitet worden. Diese Gründe bewogen den Verfasser, den Versuch zu wagen, sämtliches bisher vorhandenes Einzelmaterial von der ältesten bis zur neuesten erreichbaren Literatur (257 Nummern) zu einer Monographie über den ganzen Altai zu verarbeiten und unter ständiger Wechselbeziehung aller geographischen Elemente und deren Vergleich untereinander und mit anderen Gebirgen in methodisch-kritischer Weise zu einem organischen Ganzem zu verschweißen, das in umfangreicherer Weise an anderer Stelle veröffentlicht wurde[1]).

Der Altai streicht vom 56° N von der Stadt Tomsk in nach Süden konvexen Bogen durch ganz Zentralasien bis zum Hoanghobogen an der Ordosscholle, wo er am 106. Meridian unter rund 42° N endet. Im Norden und Westen umrahmt ihn die westsibirische Ebene, im Süden trennen ihn das Saissanbecken und der 50 km breite „Dsungarische Arm" vom Tiënschan. Im Osten heben ihn die tiefliegenden Einbruchsgebiete von Minussinsk, Urjanchai und des Kobdobeckens und sog. „Seentals" klar vom Sajan- und Changaigebirge ab. Der 88. Meridian teilt diesen über 2000 km langen Gebirgszug in zwei völlig verschiedene Hälften: in den westlich gelegenen peripheren und feuchten *„Russischen Altai"* und in den östlichen zentralen und trockeneren „Mongolischen Altai".

Das Bergland des Russischen Altai bildet ein verwickeltes Gebirgssystem, das eine ovale Fläche füllt, an die im Norden ein nach Osten konvexer Bogen ansetzt. Doch lassen sich *zwei orographische Hauptstreichungsachsen* erkennen: eine WNW—OSO im Süden und eine NO—SW bis N—S im Norden. Beide Streichungselemente bilden teils spitze Winkel miteinander, teils gehen sie allmählich ineinander über. Alle konvergieren mehr oder weniger nach Osten. Wie in unseren Alpen lassen sich nicht allein nach orographischen, sondern auch klimatischen Gesichtspunkten mehrere Gebirgsteile als *Nord-, Ost-, West-, Zentral-* und *Süd-Altai* herausschälen. Am höchsten ragen der *Süd-* und *Zentral-Altai* empor, und in der mittelsten der drei Hauptketten des letzteren ragt im 4000 m mittelhohen Katun-Tschuja-Gebirge die zweigipfelige Pyramide der firnbedeckten Bjelucha 4510 m hoch empor. Im Jahre 1898 hatte Professor

[1]) P. Fickeler, Der *Altai*, eine Physiogeographie. *Ergänzungsheft Nr. 187 zu Petermanns Mitteilungen.* Gotha: Justus Perthes 1925. (202 S. mit 7 Tabellen, 1 Kurventafel, 5 Karten und 14 Abbildungen).

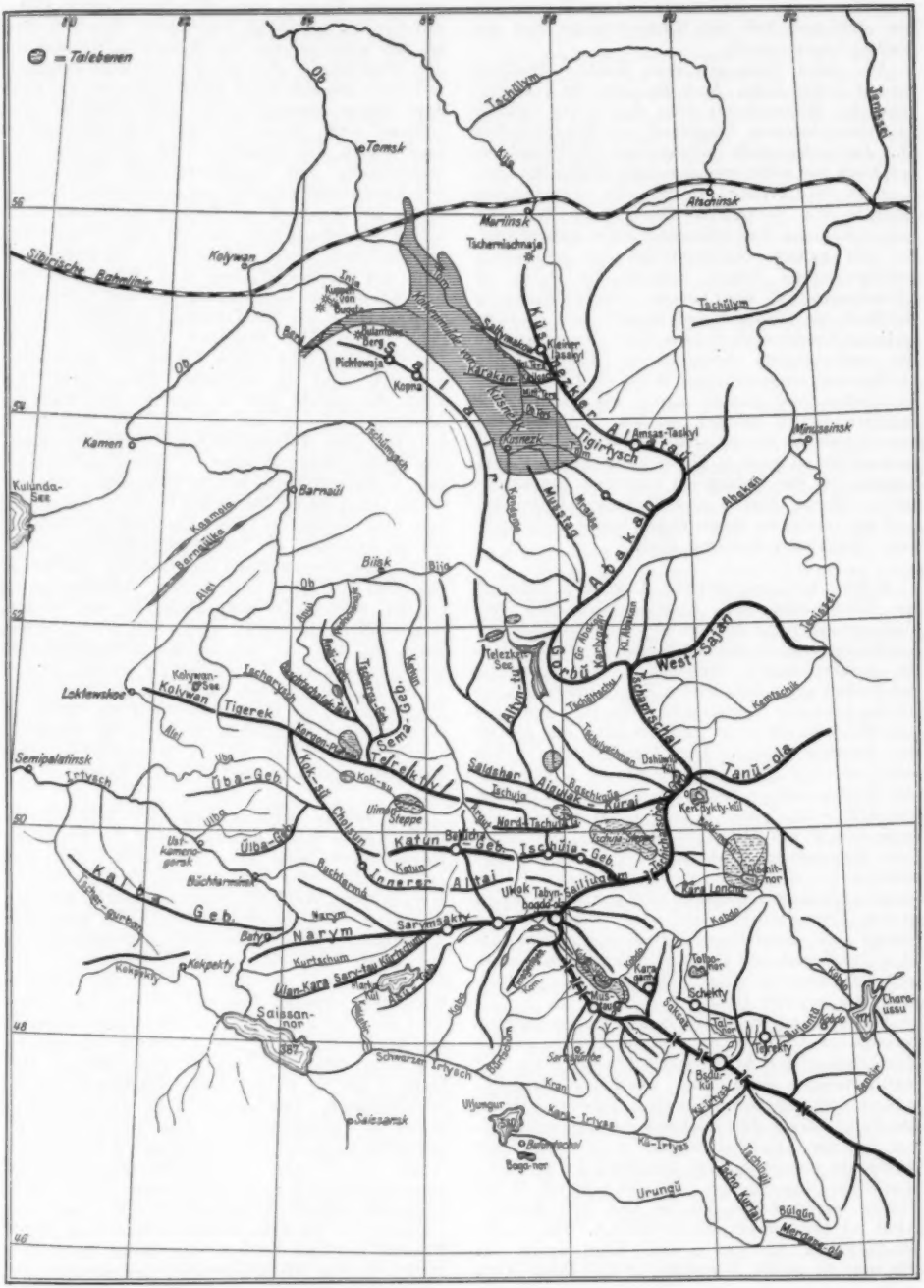
SAPOSHNIKOW eine Gipfelbesteigung versucht und war nur bis zum 4050 m hohen Sattel zwischen beiden Spitzen gekommen. Am 26. Juli 1914 gelang aber dem Brüderpaar TRONOW nach zweimaligem vergeblichen Versuch die Besteigung des *Ostgipfels* dieses Altairiesen von fast Montblanc-Höhe.

Der *Mongolische Altai* erstreckt sich als ein System paralleler Gebirgsketten über 1700 km vom Tabyn-bogdo-Knoten im Westen bis zum Knie des Hoangho. Während das Gebirge im NW mit 160 km Breite flächenhaft ausgebildet ist, tritt im Osten die linienhafte Anordnung in Ketten, die durch breite Senken getrennt sind, noch deutlicher hervor. Vom 88. bis 99° O bildet die nicht unterbrochene hohe südliche Hauptkette *Altain-nuru* das Rückgrat des ganzen Gebirges. Diese wird im Norden von einer zweiten hohen, aber häufig unterbrochenen nördlichen Hauptkette begleitet, die weit im Osten (99° O), wenn Altain-nuru schon in Horste aufgesplittert ist, die orographische Führung bis zum Ostende übernimmt. Nördlich von letzterer ziehen noch einige mehr oder weniger deutlich entwickelte Ketten parallel, während südlich vom Altain-nuru noch zwei südliche Parallelketten erkennbar sind.

Erlaubte ein Querschnitt zur Hauptstreichrichtung eine Unterscheidung mehrerer Ketten, so gestattet ein Längsschnitt eine *Einteilung des Mongolischen Altai in drei Hauptteile*. Der 92. Meridian begrenzt einen kurzen breit ausgedehnten *Westteil* mit langem, vom Hauptkamm fortstreichenden nordsüdlichen Seitenästen, die auf der Südseite eine reiche periphere Hydrographie bedingen. Der *Mittelteil*, vom 92. bis 99° O, reicht bis zum Ostende des undurchbrochenen Altain-nuru, der bedeutend trockener als der vorige ist mit völlig zentraler Hydrographie, während der *Ostteil* durch Bruchtektonik in Einzelketten und isolierte Berge zerhackt und erniedrigt und vom Klima und den Schuttmassen der Gobi völlig überwältigt wird. Daher heißt er auch mit Recht „Gobi-Altai." Von allen drei Teilen reicht am höchsten der Westteil empor, wo der 4000 m mittelhohe Knoten des Tabyn-bogdo-ola mit dem 4500 m Kijtyn-Gipfel weit in die Lande schaut. Aber noch im Ostteil ragen Massive wie der Iche- und Baga-bogo unter 102° O in die Region ewigen Schnees empor.

Geologisch ist der Mongolische Altai als Faltengebirge älter als der Russische. Während der Russische Altai von paläozoischen Schiefern mit eruptiven Kernen aufgebaut wird, herrschen im Mongolischen Altai ältere archaische Gesteine, chloritische Tonschiefer, Grünschiefer, Glimmerschiefer vor, zusammen mit mächtigen Massen von Granit und Gneis. Letzterer ist für ihn ganz besonders charakteristisch, so daß schon ED. SUESS sein Vorherrschen zur Abtrennung des Russischen Altai mitbestimmte. Außer kristallinen Schiefern, in denen OBRUTSCHEW drei metamorphe Serien verschiedenen Alters unterschied, gehören die ältesten paläontologisch bestimmbaren Sedimente des Russischen Altai dem *Kambrium* und *Silur* an. Das *Devon* tritt in drei Abteilungen im Kusnezker Becken (Nord-Altai) im West-Altai, Zentral-Altei, wo schon TSCHICHATSCHEW am Oberlauf des Tschujaflusses devonische Korallen fand, und im Süd-Altai auf. Im Kusnezker Becken hebt sich von den drei Abteilungen des Karbons die unterste nach Stoff und Genesis scharf von den beiden oberen ab und wird von dunklen Stinkkalken (mit Brachiopoden) und grünen Sandsteinen (mit Lepidodendron) aufgebaut. Die mittlere 7700 mächtige produktive Abteilung, die nach neueren Forschungen von LUTUGIN und KAPEEW in 6 Unterabteilungen gegliedert wird, enthält insgesamt 95 m Flözmächtigkeit mit vorzüglicher Kohle und Zwischenlagen von Sphärosoderit im Ton. *Das Kohlenbecken von Kusnezek bietet geradezu ein Musterbeispiel einer typischen Sammelmulde* zwischen den alten Horsten des 500—600 m hohen Salair-Rückens im Westen und des 1500 m hohen Kusnezker Alatau im Osten sowie Ost-Altai im Süden und kann in jeder Beziehung den *größten Kohlenvorkommen* auf der Erde gleichgestellt werden. Eruptivgesteine sind im Russischen Altai außerordentlich verbreitet. Granit tritt überall auf und bildet die eruptiven Kernmassen, die vielfach als denudierte höchste Erhebungen über die umgebenden kristallinen Schiefer und Sedimente emporragen. Der ganze West-Altai wird nach PILIPENKO von regelrechten „Granitachsen" durchsetzt und schon A. v. HUMBOLDT sprach schon mit Recht von einer „Granitumwallung" des Altai. Der Granit des Altai, vom West- über den Süd-Altai bis zum Ost-Altai zeigt eine durch Faltungsdruck hervorgerufene außerordentlich starke Zerklüftung, die wieder eine intensive Verwitterung zu grotesken Kleinformen bewirkt. Mit Hilfe der von H. CLOOS so lichtvoll studierten Granittektonik ließen sich wohl auch hier wertvolle Resultate in bezug auf Richtung und Stärke des paläozoischen tangentialen Faltungsdruckes erzielen. Vulkanische Ergüsse begleiteten schon im Altpaläozoikum die Gebirgsbildung in Form von porphyrischen und porphyritischen Aufquellungen. In bezug auf jüngere Vulkanite traf A. v. HUMBOLDT schon das Richtige, wenn er schrieb: „Wahrer Basalt mit Olivin scheint dem Altai zu fehlen."

Das tektonische Bild, das ED. SUESS im „Antlitz der Erde" vom Altai entwarf, trifft für die paläozoische Faltentektonik in großen Zügen heute noch zu. Nur der Kusnezker Alatau wird nach neueren russischen Forschungen von J. P. TOLMATSCHEW zum „Alten Scheitel" gerechnet. Als Randbogen des „Alten Scheitels" entstieg der Mongolische Altai schon vor oder zu Beginn des Paläozoikums dem Meer. Die ersten Faltungsdislokationen des Russischen Altai fanden schon im *Silur* statt, wobei seine Falten von Westen her dem „Alten Scheitel" angepreßt wurden. Die Gebirgsbildung erneute sich im Devon und Mittelkarbon. Die letzte Orogenesis erfolgte im Oberkarbon oder Perm im Bereich der Tethys, die im Osten das Gebiet südlich des Altain-nuru


= Talebenen
Ob
Tomsk
Tschulym
Jenissei
Atschinsk
Merlinsk
Tscharnlachnaja
Kolywan
Sibirische Bahnlinie
Kija
Kolywan-See
Kamen
Barnaúl
Kulunda-See
Kasmala
Barnaülka
Alei
Bija
Biisk
Aleksandrowsk
Telezkoe See
Gr. Altaisee
Kl. Altaisee
Abakan
Aheken
Minussinsk
Tigirtysch
Amsas-Taskyl
Kinnerk
Mustafag
Kondoma
Tschumysch
Pichtowaja
Kopna
Salzmasch.
Kleiner Taskyl
Kilgerthaler
Tschulym
Loktewskoe
Tigerek
Kolywan
Tschaptschych
Tschetschulsk
Tscharyschsee
Kamyschsee
Sema-gebirge
Semipalatinsk
Irtysch
Üba-Geb.
Kok-su
Kok-sil
Chalsun
Telrekty
Saldshar
Aigulak
Kürai
Tschuja
Nord-Tschuja
Tschuja-Steppe
West-Sajan
Tschulyschman
Dshilgysy
Tanü-ola
Kem-Bylky-Kül
Katun
Katun-Geb.
Inneres Altai
Tschüjer Geb.
Tschüja-Steppe
Ulmek
Tabyn-Bogdo-ola
Kara Lenina
Telbis-nor
Kaida
Kalba Geb.
Narym
Sarymsakty
Kurtschum
Ulan-Kara Sary-tau
Kokpekty
Batya
Saissan-nor
Schwarzer Irtysch
Saissansk
Ujungur
Bajan-tschol
Baga-nor
Kara-Irtysch
Kia-Irtysch
Urungú
Buchtarminsk
Ulkumenogorsk
Schemy
Schekty
Tolgo
Tolgo-Pass
Kara-gaitu
Kara-Kul
Tolgo-Kul
Baidurik
Kurtschum
Tschagan-usu
Tschagan-Kul
Tschagan-Kurgan
Bülgün
Mongun-ola
Tschingil
Bajan-Kurgan
Sarymsakty
Tschingistau
Tschingistau-Pass
Kara-Tau
Kara-Tau-Pass
Kara-Tau-Kul
Kara-Tau-Steppe
Kara-Tau-Fluß
Kara-Tau-Berg
Kara-Tau-Gebirge
Kara-Tau-Tal
Kara-Tau-Straße
Kara-Tau-Brücke
Kara-Tau-Dorf
Kara-Tau-Schule
Kara-Tau-Kirche
Kara-Tau-Friedhof
Kara-Tau-Markt
Kara-Tau-Bahnhof
Kara-Tau-Post
Kara-Tau-Telegraf
Kara-Tau-Telefon
Kara-Tau-Elektrizität
Kara-Tau-Gas
Kara-Tau-Wasser
Kara-Tau-Abwasser
Kara-Tau-Müll
Kara-Tau-Recycling
Kara-Tau-Umwelt
Kara-Tau-Naturschutz
Kara-Tau-Tourismus
Kara-Tau-Hotel
Kara-Tau-Restaurant
Kara-Tau-Café
Kara-Tau-Bar
Kara-Tau-Disco
Kara-Tau-Kino
Kara-Tau-Theater
Kara-Tau-Museum
Kara-Tau-Bibliothek
Kara-Tau-Universität
Kara-Tau-Schule
Kara-Tau-Kindergarten
Kara-Tau-Krankenhaus
Kara-Tau-Apotheke
Kara-Tau-Arzt
Kara-Tau-Zahnarzt
Kara-Tau-Tierarzt
Kara-Tau-Veterinär
Kara-Tau-Landwirtschaft
Kara-Tau-Industrie
Kara-Tau-Handel
Kara-Tau-Gewerbe
Kara-Tau-Handwerk
Kara-Tau-Kunst
Kara-Tau-Musik
Kara-Tau-Literatur
Kara-Tau-Sport
Kara-Tau-Spiel
Kara-Tau-Freizeit
Kara-Tau-Urlaub
Kara-Tau-Reise
Kara-Tau-Verkehr
Kara-Tau-Straßenbahn
Kara-Tau-Bus
Kara-Tau-Taxi
Kara-Tau-Auto
Kara-Tau-Motorrad
Kara-Tau-Fahrrad
Kara-Tau-Fußgänger
Kara-Tau-Verkehrsregeln
Kara-Tau-Verkehrsschilder
Kara-Tau-Verkehrsampel
Kara-Tau-Verkehrsunfall
Kara-Tau-Verkehrsstau
Kara-Tau-Verkehrsdichte
Kara-Tau-Verkehrsfluß
Kara-Tau-Verkehrsgeschwindigkeit
Kara-Tau-Verkehrsbeschränkung
Kara-Tau-Verkehrsüberwachung
Kara-Tau-Verkehrspolizei
Kara-Tau-Verkehrsgericht
Kara-Tau-Verkehrsstrafe
Kara-Tau-Verkehrsbuße
Kara-Tau-Verkehrsgebühr
Kara-Tau-Verkehrsabgabe
Kara-Tau-Verkehrssteuer
Kara-Tau-Verkehrsversicherung
Kara-Tau-Verkehrsschaden
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherung
Kara-Tau-Verkehrsunfallschaden
Kara-Tau-Verkehrsunfallregulierung
Kara-Tau-Verkehrsunfallgutachten
Kara-Tau-Verkehrsunfallzeugen
Kara-Tau-Verkehrsunfallopfer
Kara-Tau-Verkehrsunfallverursacher
Kara-Tau-Verkehrsunfallhaftpflicht
Kara-Tau-Verkehrsunfallkasko
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsschutz
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsleistung
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsprämie
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsvertrag
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsgesellschaft
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsagent
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsmakler
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsberater
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsexperte
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsspezialist
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsfachmann
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsfachfrau
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsfachleute
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsfachkräfte
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsfachpersonal
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsfachpersonen
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsfachpersonal
Kara-Tau-Verkehrsunfallversicherungsfachpersonen

dem Hauptkamm angliederte und im Westen nur den südlichen Teil der Kirgisensteppe und des Kalbagebirges ergriff.

Der Altai blieb seit dem Karbon Festland bis auf unsere Tage. Aber die subaerile Verwitterung des Mesozoikums trug das ganze Gebirge zu ausdruckslosem Hügelland, zu Rumpfflächen ab. *Das paläozoische Faltengebirge verschwand orographisch fast völlig vom damaligen Antlitz der Erde.*

Erst im *Tertiär* wurden die totgefalteten Rümpfe von vertikalen Bewegungen betroffen und im Rahmen einer epirogenetischen Aufwölbung, die den ganzen Nordwestrand des asiatischen Gebirgsdreiecks betraf, erstand der Altai als *„Schollengebirge"* von neuem. Die paläozoische Zweiheit des Gebirges verwandelte sich zu einer tertiären Gebirgseinheit. Bis über 5000 m wurden die zerbrochenen mesozoischen Rumpfflächen streifenartig emporgehoben, wobei die Bewegungen im großen und ganzen durch das paläozoische Schichtstreichen geleitet wurden. Daher findet man sowohl im Mongolischen wie Russischen Altai in 2000 bis zu 4000 m Höhe ausgedehnte Verebnungen, die das Gebirge so ungemein charakterisieren. Heiße Quellen und Erdbeben deuten an, daß die vertikalen Bewegungen heute noch nicht zum Abschluß gekommen sind.

Schon die geographische Lage des Gebirges im Mittelpunkt des Kontinentalrumpfes mit 3000 km allseitiger Entfernung vom Ozean deutet auf ein stark kontinentales Klima, das noch durch die orographischen Verhältnisse, als Teilgebiet der großen zentralasiatischen Randumwallung, erhöhtes Interesse beansprucht. Wie in Ostrußland und Westsibirien so ist auch im Altai der Januar der kälteste Monat. Die Januarmittel senken sich von — 19,7° C der nördlichen Grenzebene bei Tomsk auf — 16,7° im Kusnezker Becken und auf — 13,0° und — 11,2° im West-Altai und sogar — 9,5° bei Altaiskaja Staniza im Süd-Altai. Das tiefgelegene Grabental der Tschujasteppe bildet mit — 28,7° dagegen eine regelrechte Kälteinsel im Altai, die auch durch ewig gefrorenen Boden in 1 m Tiefe charakterisiert wird. Den wärmsten Monat Juli bezeichnen Mitteltemperaturen von 17,8° bei Tomsk und 24,7° im Süden bei Saissansk. Im Gebirgsinneren erfolgt dagegen eine Temperaturabnahme mit der Höhe.

Das sommerliche asiatische Luftdruckminimum bedingt am Altai überwiegend Westwinde, die die Feuchtigkeit des Atlantischen Ozeans sowie der verdunstenden seenreichen westlichen Steppengebiete dort abgeben. Aus dem Tabellenmaterial des Petersburger Zentralobservatoriums geht hervor, daß der *Altai viel feuchter* ist als man bisher gemeinhin vermutete. Die Zunahme der mittleren jährlichen Regenmenge von 560 mm im N bei Tomsk bis über 800 mm im Ost- und Zentral-Altai ist rein orographisch bedingt. Bei Andobinski Priisk, das 550 m hoch liegt, wurde mit *938 mm die größte Regenhöhe im Russischen Altai* gemessen, die derjenigen Münchens (525 m Höhe) mit 930 mm nahezugle ichkommt. Der Süd-Altai ist mit 300—500 mm im Westen so trocken wie der West-Altai. Das ganze Irtyschtal empfängt mit 300—400 mm kaum mehr Regen wie die trokkene Steppe Semipalatinsk. Der westliche mongolische Altai, dessen 100 km weit kulissenartig nach Süden sich reckende hohe Gebirgsäste sich rechtwinklig den regenbringenden Westwinden wie Riesenkondensatoren entgegenstellen, bringen es, zu urteilen nach der Hydrographie und Vegetation, wieder auf über 500 mm Niederschlag. Die sommerlichen Regen, die doppelt bis fünfmal so groß wie die des Winters sind, fallen vom Mai bis Oktober mit Minimas im Juli und September.

Die Höhe des Altai bedingt reichlich winterliche Schneefälle. Während nördlich des Altai für die Jahre 1904—1908 Tomsk 121 Schneetage aufweist, sinkt im westlichen Steppengürtel bei Biisk die Anzahl auf 71, fällt im Süd-Altai bei Altaiskaja Staniza auf 49 und am Saissamsee auf 26. Die Aufspeicherung des Pulverschnees des kontinentalen Winters — ohne Abschmelzungen — bedingt beträchtliche Schneedeckenhöhen, die im Ost-Altai ein Maximum bis zu 77 cm zeigen. Sehr mächtig sind die Höhen auch auf den Plateaus, wo sie dreiviertel des Jahres liegenbleiben, ja oft dort völlig übersommern und dadurch das Klima des Altai wesentlich beeinflussen. Auffällig gering ist die winterliche Schneehöhe in den breiten Grabentälern des Altai, wo sie auf 10 cm sinken kann, so daß der winterliche Schlittenverkehr stellenweise durch Karren ersetzt werden muß.

Nach allen Angaben kann man die klimatische Schneegrenze des Russischen Altai im Mittel zu rund 2500 m (Nordseite) bis 3000 m (Südseite) annehmen, wogegen sie im Mongolischen Altai zwischen 3500 und 4000 m liegen dürfte.

Die relativ niedrige Lage der Schneegrenze bedingt auch in den höheren Teilen des westlichen Mongolischen Altai sowie des Russ.-, Süd- und Zentral-Altai eine beträchtliche Vergletscherung. Kurz vor dem Weltkriege wurden allein im östlichen Süd-Altai von RJESNITSCHENKO zu den bekannten 5 Gletschern noch 90 kleinere hinzu entdeckt und auf einer vorzüglichen Karte dargestellt. Die mittleren Höhen der unteren Enden der Gletscher schwanken zwischen 2600 und 3000 m. Viel stärker wird die von SAPOSHNIKOW erforschte Vereisung im Katungebirge in der mittleren Hauptkette des Zentrl-Altai, wo von der zweigipfeligen Bjelucha 6 bis zu 10 km lange Talgletscher radial herabströmen. Das ebenso hohe Tschujagebirge bildet an Hochgipfeln wie dem Jik-tu (4200 m) und Irbis-tu (4000 m) 5 große und 9 kleine Gletscher, unter denen der 8,5 km lange Talduragletscher bis zu 2340 m herabströmt. Vom Tabynbogdo-ola kommt der ebenfalls von SAPOSHNIKOW entdeckte 20 *km lange Potaningletscher als größter Eisstrom des Altai* herunter und bleibt hinter dem 27 km langen Aletschgletscher der europäischen

Alpen nur wenig zurück. Die Länge dieses Riesengletschers ist rein orographisch bedingt. Die vergletscherte Fläche des Russischen Altai beträgt rund 230 qkm, die des Mongolischen Altai 170 qkm, zusammen also 400 qkm.

Als Ganzes genommen, durchragt der Altai im Sommer als kühlere und feuchtere Insel seine heißtrockene Steppen- und Wüstenumgebung und bildet umgekehrt im Winter eine Wärmeinsel, die aus dem tiefliegenden flachen Kaltluftmeer Sibiriens und der Mongolei herausragt. Der Altai macht also das extrem-kontinentale Klima geradezu *ozeanischer*. Es ist daher auch nicht verwunderlich, daß das fünftgrößte Stromsystem der Erde, der *Ob-Irtysch*, im Altai seinen Ursprung nimmt. Sein Wasserhaushalt und besonders seine Eisbedeckung wurden an anderer Stelle eingehender behandelt[1]). Die kärglichen Niederschläge des Mongolischen Altai — mit Ausnahme der Südabdachung des Westteils — sammeln sich dagegen in abflußlosen, meist salzigen Endseen, die oft zu Salzdecken eintrocknen, deren trügerisch schimmerndes Weiß schon die Hoffnung manches Nomaden und Forschungsreisenden bitter enttäuschte.

Gleich unseren Alpen und allen höheren Gebirgen der Erde erlebte auch der Altai im *Diluvium eine starke Vergletscherung*, deren Bedeutung erst kurz vor dem Kriege in vollem Ausmaße besonders durch die Forschungen SAPOSHNIKOWS, GRANÖS, RJESNITSCHENKOS und W. A. OBRUTSCHEWS offenbar wurde. Die stärkste Vergletscherung erlebten der Zentral- und Ost-Altai, die ja auch heute noch die feuchtesten Gebiete des Russischen Altai bilden. An dritter Stelle steht der Süd-Altai, in dem das Buchtarmatal das glazialgeologisch am besten durchforschte Gebiet bildet. Die überall vorhandenen Kare weisen auf eine bedeutend niedrigere Lage der diluvialen Firngrenze, die im Süd-Altai bei 2100 m Mittelhöhe eine Depression von 800 bis 900 m und im Ost-Altai bei 1700 m eine Depression von 1200 erreichte. Die Depression der diluvialen Schneegrenze nimmt also von Süden nach Norden bedeutend zu und entspricht ganz den Verhältnissen der rezenten Schneegrenze als ein Produkt aus Feuchtigkeit und Gebirgshöhe.

Dem verschieden tiefen Hinabsteigen der diluvialen Schneegrenze entspricht auch das Hinabrücken der diluvialen Gletscherenden. Der diluviale Buchtarmágletscher im Süd-Altai drang mit 150 km Länge bis auf 700 m Höhe ü. d. M., der 340 km lange Katungletscher im Zentral-Altai bis zu 350 m und der 320 km lange Bijagletscher im Ost-Altai 320 km weit bis zu 400 m Meereshöhe herab. Die untersten Spuren bei 1000 m im Kusnezker Alatau im Nord-Altai bezeugen wieder eine Abnahme des Phänomens nach Norden mit der Verringerung der Höhe.

Sowohl die Spuren glazialer Erosion wie Akkumulation deuten im Buchtarmatal auf eine Mindestmächtigkeit des Eises von 400 m, im oberen Katuntal von 300 m und im Bijatal auf 100 m.

Im westlichen Mongolischen Altai war die Vereisung immerhin noch beträchtlich. Auf der Nordostseite rückten die diluvialen Gletscher im Kobdotal bis zu 110 km vor. Nach Südosten nahm das Vereisungsphänomen kräftig ab und entwickelte im Bujantussystem nur noch 20 km lange Gletscher. Auf der Südwestabdachung drang der 70 km lange Kanassgletscher bis zu 1400 m zutal und nach J. G. GRANÖ kam im Krantal ein 60 km langer Eisstrom bis zu 1370 m herab. Die Orographie und Morphologie der südlichen tiefen und feuchten Schluchttäler bei bedeutend größerem Gefälle bedingte eben dieses tiefere Hinabsteigen der diluvialen Gletscher als in den meisten offenen und schwach geneigten Tälern der Nordabdachung. Die auffällige Mächtigkeit und Höhe der Moränen, besonders auf der Nordseite, läßt sich auf die kräftige aride Verwitterung der Präglazialzeit zurückführen. Aus dem mittleren und östlichen Mongolischen Altai liegen bewußt angestellte Beobachtungen über Glazialspuren nicht vor. Doch wird man hier auf künftige Beobachtungen von Glazialspuren sicherlich rechnen dürfen, besonders in den oberen Tälern des Altain-nuru und Iche- und Baga-bogdo, wo auch heute noch große Firnkappen liegen. Diese Vermutung findet ihre Stütze nicht nur in den häufig in dortigen Tälern gefundenen großen Granitblöcken, sondern auch in der Tatsache, daß im 3—4 Breitengrade weiter südlich gelegenen östlichsten Tiënschan, im *Karlyk-tag*, große alte Moränen 10—11 km unterhalb der rezenten Gletscher gefunden wurden. Der Wasserreichtum im Mittel- und Ostteil war jedenfalls ein viel größerer und deutet mindestens auf eine mit der Eiszeit des Westteils kulminierende Pluvialzeit hin. Die Frage nach einer Mehrzahl der Eiszeiten ist für den Altai noch nicht spruchreif. Vorläufig sind noch keine zweifellosen Beweise für eine Wiederholung der Eiszeit erbracht. Doch sind für die letzte Vereisung für den Russischen und Mongolischen Altai wenigstens zwei Haltestadien der rückziehenden Gletscher besonders durch SAPOSHNIKOW und J. G. GRANÖ sichergestellt. Die Parallelität der eiszeitlichen Schneegrenze mit der heutigen deutet auf dieselbe Feuchtigkeitsquelle: auf *diluviale Westwinde vom Atlantischen Ozean*. Dabei wird das benachbarte große skandinavische Eisgebiet im Nordwesten, das bis zur Mündung des Irtysch in den Ob südwärts reichte, seinen kühlenden Einfluß sicherlich geltend gemacht haben. So ragte also auch im Klima der Eiszeit der Altai mit seinen gewaltigen Plateaus, die als geeignete Auflagerungsflächen die Schneemassen aufspeicherten, als weiße Schnee- und Eisinsel über seine trockenere Umgebung hervor. Morphologisch hat sie jedenfalls überall im Innern den Formen ihren Stempel aufgedrückt.

Im ganzen genommen entfaltet der Altai eine *morphologische Vielgestaltigkeit*, die im letzten

[1]) P. FICKELER, *Das Ob-Irtych-System*. Freie Wege vergleichender Erdkunde. Festgabe E. v. DRYGALSKI, München 1925.

Grunde durch drei grundlegende Faktoren bedingt ist, erstens durch den verschiedenartig konstruierten *paläozoischen Baustoff*, zweitens durch die *tertiäre radiale Tektonik* und drittens durch das durch letztere in Verbindung mit der kontinentalen Lage stark differenzierte *frühere und rezente Klima* der einzelnen Gebirgsteile. Die *tertiäre Tektonik* schuf das durch das Klima der mesozoischen Festlandperiode eingerumpfte paläozoische Faltengebirge durch radiale Bewegungen in verschiedene Höhenlagen zu dem heutigen Rumpfschollengebirge um und bestimmte in großen Zügen das Rohrelief des Gebirges. Die hierdurch geweckten klimatischen Kräfte setzten den morphologischen Meißel in Tätigkeit, der die höchst gehobenen Horststufen durch glaziale Verwitterung zu *Hochgebirgslandschaften* umbildete und die darunter liegenden rund 2000 m mittelhohen mesozoischen Rumpfflächen am Außenrande tief durchschluchtete und sowohl in der Umgebung der großen Wasseradern als auch am Außenrande des Gebirges zu *Mittelgebirge* zerschnitt. Die Rumpfebenen, die den ganzen Gebirgsrand von allen Seiten umgeben, konservierten das Bild der prätertiären Landoberfläche. Die hochgelegenen Rumpfflächen umgeben oft bis zu 30 km Breite die höchsten Ketten von allen Seiten. Über diese Hochflächen kann man Dutzende von Kilometern reiten, wobei man völlig die Höhe vergißt, in der sie sich ausdehnen. Schon KARL RITTER *und seine Zeit hat diese Hochflächen eingehend gewürdigt.* Im Ost-Altai beherrschen sie die Landschaft völlig. Von der Sohle der Täler aus kann man daher die Hochgebirgsketten nicht unmittelbar sehen. Man muß dazu esrt die Plateaus besteigen. Die ostwestlich streichenden Ketten des Russischen Zentral-Altai werden vielfach durch breite Grabentäler getrennt. Die Erosionstäler, besonders die Durchbruchstäler, sind meist eng und schluchtenreich und häufig durch Gesteinsunterschiede (paläozoische Riffe) eingeschnürt. Diese Stellen werden „bom" genannt. Der fossile Formenstil der Eiszeit macht sich in Erosions- und Akkumulationsformen überall geltend. In fast allen Tälern bezeugen dies gewaltige Aufschüttungsterrassen, die die Talhänge begleiten und im Tschujatal im Zentral-Altai bis zu 160 m über den Fluß hinziehen. Epigenetische Talstücke wurden mehrfach durch OBRUTSCHEW nachgewiesen. Die ganze Ostabdachung des Kusnezker Alatau im Nord-Altai wurde z. B. durch Karbildung geradezu zerfräst. Aber auch das rezente Klima erzeugt besonders in den arideren Gebieten des West-, Süd- und gesamten Mongolischen Altai charakteristische Kleinformen, die überall an den gleichen Stoff gebunden sind: an den durch Gebirgsdruck stark zerklüfteten *Granit*, der dort zu abenteuerlichen Felsformen verwittert, die schon alle Forscher der klassischen Periode in staunende Verwunderung versetzten und die Umgebung des Kolywansees im West-Altai berühmt machten. „Wenn hier jemand plötzlich aus tiefem Schlaf erwachen würde," schrieb hierüber der temperamentvolle PATRIN vom Kolywangebirge, „wäre er sicherlich davon überzeugt, den Untergang der Welt überlebt zu haben." Im äußersten Ost-Altai findet im aridesten Klima das Spiel der Kleinformen seine denkbar günstigsten Vorbedingungen in der petrographischen Buntheit des Baustoffes. Daß Deflation und Korrasion im Mongolischen Altai überall wirken, bedarf wohl kaum der Begründung. Die zwischen Russischem und Mongolischem Altai bestehenden morphologischen Unterschiede liegen weniger in den Großformen als in gewissen Kleinformen und in der landschaftlichen Physiognomie, bedingt besonders durch Klima und Pflanzenkleid.

Das Pflanzenkleid schmiegt sich völlig den Großformen der Landschaften und deren Klima an. Die Flora, die die größte Mannigfaltigkeit innerhalb Westsibiriens aufweist, ist seit 100 Jahren durch PALLAS und besonders V. LEDEBOUR bekannt, der sie in dem klassischen Werk *„Flora altaica"* niederlegte. Seit dem Anfang der 90er Jahre hat der kürzlich leider verstorbene Tomsker Botaniker SAPOSHNIKOW, der sich um die Erforschung des Altai in höchstem Maße verdient gemacht hat, unsere pflanzengeographischen Kenntnisse umfassend vervollständigt.

Infolge der Rauheit seines kontinentalen Klimas ist der Altai viel ärmer an Arten als das in gleicher Breitenlage liegende Deutschland. Das gegenseitige Mengenverhältnis schätzte V. LEDEBOUR auf 4 : 7. Die randliche Hügellandschaft ist infolge ihrer Niederschlagsarmut noch mit *Steppen* bedeckt, die in den breiten trockenen Grabentälern bis hoch in das Innere des Gebirges als „Gebirgssteppen" hinaufsteigen, wie z. B. in der 1700 m hohen Tschujasteppe, die eine Kälte- und Trockeninsel im Altai darstellt. Allgemein wird sie aber in 400 m Höhe vom *Nadelwald* abgelöst. Breitblätterige Laubbäume fehlen im Altai, wie in ganz Westsibirien, völlig. Der Charakterbaum des Bergwaldes ist die *sibirische Lärche* (Larix sibirica), die oberhalb 700 m oft weite Wälder bildet und bis zu 2000 m hinaufsteigt. Sie bevorzugt nicht zu steile, mäßig feuchte Hänge geöffneter Täler. Die Lärchenwälder sind niemals dicht, sondern erinnern oft an Parkgelände mit Lichtungen und sind mit lebhaft gefärbten Blumen (Trollius asiaticus und altaicus, Gentiana barbata) geschmückt, die im Altai oft doppelt so groß werden wie in Europa. In engeren und feuchteren Tälern, in denen sich zur Lärche noch sibirische Tannen (Abis sibirica) und Fichten (Picca obovata) gesellen, ist der Boden mit *Hochgrasdecken* aus Rittersporn (Delphinium elatum, Aconitum septentrionale) und vielen anderen bewachsen, in denen Roß und Reiter verschwinden. Selbst die im allgemeinen niedrigen Formen wie *Viola tricolor* und einige Stellariaarten, erreichen hier 1—1,5 m Höhe. Weithin leuchten die roten Blüten des *Rhododendron davuricum*, der Verwandten unserer Alpenrose, die hier 4 m hoch wird. Die obere Waldgrenze, die von sibirischen Lärchen oder

Zirbelkiefern (Pinus cembra) gebildet wird, steigt vom Nord-Altai (Kusnezker Alatau) 1100—1400 m, über den Ost-Altai 2000 m zum Zentral-Altai 2460 m und Südaltai 2300 m mit zunehmender Trockenheit deutlich empor. Als allgemeine Regel aber gilt, daß die länger mit Schnee bedeckten Nordhänge bedeutend waldreicher sind als die besonnten und den heißtrockenen Südwestwinden ausgesetzten südschauenden Hänge. Auf den weiten Hochflächen, die dreiviertel Jahr unter Schnee liegen, dehnt sich die öde Gebirgstundra, an deren Sümpfen und träge hinschleichenden Wassern die Polarbirke (Betula nana) im Sturme sich wiegt und das Moorhuhn schreit. Die Latschenform unserer Alpen, die Krummholzkiefer, kommt im Altai *nicht* vor, dafür aber kriechende Zirbelkiefern bis zu 2600 m.

Den Übergang von der Wald- zur *Alpenmattenregion* bilden niedere Weiden und Birken. Eine ganze Reihe hochalpiner Formen färbt in ganzen Rasen die lichterfüllten Matten, wie die weiße Anemome narcissiflora, der gelbe Alpenmohn (Papaver alpinum), Dryas octopetala und Viola altaica. Die tiefblauen Blütenbecher des Altai-Enzian (Gentiana altaica) steigen höher als alle übrigen Enziane. Zwergformen der Weiden (Salix Brayi und *S. herbacea*) gehen weit hinauf, die gelben Blüten des Ranunculus frigidus durchbrechen sogar die Schneedecke, die an vielen Stellen von der Alge *Sphaerella nivalis* purpurrot gefärbt wird.

Im Mongolischen Altai beherrscht Wald fast nur die Täler der Südabdachung des Westteils von 1000—2600 m. Der spärliche Wald auf der Nordseite ist dagegen nur stellenweise auf schmale Streifen von 2000—2600 m Höhe beschränkt. Im Mittel- und Ostteil hält er sich nur sporadisch in abgeschlossenen Talkesseln, besonders an einigen Stellen des Nordhangs des Taischir-ola, Altain-nuru Baga-bogdo und Iche-bogdo. Die Alpenmattenregion erleidet beim Übertritt vom Russischen zum Mongolischen Altai Einbußen an Formen. Doch ist sie im Westteil noch deutlich entwickelt. Nach Südosten jedoch macht sich immer mehr der heiße Atem der begleitenden Wüsten geltend. Schon auf dem 3000 m hohen Ulan-daban-Paß (91° 30′ O) erinnert die Physiognomie der Flora mehr an die des mongolischen Steppentals, und unter 97° O am Paß Nur-Korö fehlen mehrjährige Polsterpflanzen völlig.

Als Ganzes spiegelt somit das Pflanzenkleid das Zusammenspiel aller physikalischen Faktoren, die die Physiognomie der Landschaften bedingen, als feinstes Reagens wieder und führt noch einmal die oben angeführten physiogeographischen Wesenszüge des Altai vor Augen.

Gold aus Quecksilber[1]).

Von A. MIETHE, Berlin.

Die Bedeutung der Beobachtung, daß sich unter der Wirkung elektrischer Entladungen im Quecksilber Gold bildet, liegt wissenschaftlich darin, daß zum erstenmal bewiesen worden ist, daß mit gebräuchlichen Laboratoriumsmitteln im Kern des Quecksilberatoms Vorgänge ausgelöst werden können, die mit Hilfe der chemischen Analyse quantitativ verfolgbar sind. Ganz abgesehen von der Deutung dieser Vorgänge verdient diese grundlegende Erkenntnis unsere Aufmerksamkeit.

Ich gehe ganz kurz auf die geschichtliche Entwicklung der Erfahrungen auf diesem Gebiet ein.

Bei Untersuchungen über die Ursache des Alterns stark belasteter Quecksilberquarzlampen, bei denen der Bogen unter Atmosphärendruck brennt, fand ich im Destillationsrückstand nach Lösung des Metalls in Salpetersäure eine schwarze, unlösliche Substanz, die ich als Gold erkannte. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß zur Füllung der benutzten Lampe — einer Jaenicke-Lampe — Quecksilber Verwendung gefunden hatte, das durch mehrmalige sorgfältigste Vakuumdestillation gereinigt worden war, unternahm ich mit meinem Mitarbeiter Stammreich zusammen planmäßige Forschungen nach dem Ursprung des gefundenen Goldes. Diese Untersuchungen wurden unter zeitweiser Mitwirkung des Konstrukteurs der Lampe, Herrn JAENICKE, im April 1924 begonnen und unter Erweiterung des Untersuchungsprogramms seit Januar 1925 gemeinsam mit den Herren DUHME und LOTZ im Forschungslaboratorium von Prof. GERDIEN in Siemensstadt fortgeführt.

Schon die ersten Untersuchungen ließen erkennen, daß das Gold im Quecksilber während der elektrischen Entladung entstanden sein mußte, ein Ergebnis, welches am 25. April 1924 als gesichert angesehen werden mußte. Bei den zahlreichen Wiederholungen der Versuche zeigte sich jedoch zunächst, daß die gebildeten Goldmengen in keinem erkennbaren Zusammenhang mit der aufgewandten Energie standen. Nur so viel ließen die Versuche erkennen, daß im allgemeinen Lampen, welche trotz starker Belastung störungsfrei die bis Hunderte von Stunden ausgedehnte Brenndauer durchhielten, manchmal sehr geringe, ja oft kaum nachweisbare Goldmengen lieferten, während andere Lampen, die unter wechselnden Belastungen und häufigen Zündungen oft nur kürzere Zeit betriebsfähig blieben, mehrfach erhebliche Mengen von Gold — bis $^1/_{10}$ mg auf das Kilogramm Lampenquecksilber — lieferten. Wir gewannen daher den Eindruck, daß für die Goldbildung zunächst nicht sowohl der Energieaufwand, sondern in erster Linie die Form, in welcher diese Energie angewandt wurde, und der Ionisationszustand des Quecksilbers maßgebend sei. Bereits in meiner ersten Veröffentlichung habe ich darauf hingewiesen, daß die Goldbildung in der Jaenicke-Lampe

[1]) Vortrag vor der Deutschen Chemischen Gesellschaft am 15. Juli 1925.

durch einen während des Brennens herrschenden hohen Innendruck mindestens günstig beeinflußt wird. In Vakuumlichtbögen konnte Gold nicht sicher nachgewiesen werden.

Diese Hinweise, nämlich daß die Belastungsschwankungen in der Lampe nicht ohne Bedeutung sind und daß der herrschende Druck eine Rolle spielt, führten uns zu neuen Versuchsanordnungen. Dabei zeigte sich das wichtige Ergebnis, daß die Goldbildung wenigstens grundsätzlich nicht an die in der Quecksilberlampe verwirklichten Bedingungen geknüpft ist, wir erhielten vielmehr bei zahlreichen anderen Formen der elektrischen Entladung zwischen zwei Quecksilberpolen oder einem Quecksilberpol und einem Pol aus einem Fremdmetall Gold, wenn auch unter Bedingungen, welche gleich zu erörtern sind, die Ausbeute bis zu zweifelhaften Spuren herabsinken konnte.

Zunächst bestätigten auch diese Versuche, daß der herrschende Druck bei der Entladung bzw. der von ihm abhängige Spannungsabfall für die Ausbeute von Belang war. Wenn beispielsweise ein hochgespannter Wechselstrom in einem vollkommen luftleeren, langgestreckten Gefäß zwischen Quecksilberpolen längere Zeit entladen wurde, war eine Goldbildung kaum nachweisbar. Wurde dagegen dieselbe Stromart und -menge zwischen Quecksilberpolen bei Atmosphärendruck in Quecksilberdampf oder in einem inerten Fremdgas entladen, so waren meßbare Ausbeuten festzustellen, und wenn schließlich der Spannungsabfall auf die Längeneinheit zwischen den Polen dadurch erhöht wurde, daß an Stelle eines gasförmigen ein passendes flüssiges oder festes Dielektrikum trat, wurden erhöhte Ausbeuten erreicht.

Als Beispiel der letzteren Anordnung sei folgender Versuch beschrieben. Die Quecksilberpole wurden in einen Paraffinblock eingesenkt und eingeschmolzen. Durchschlug dann ein einziger Funke von genügender Intensität das Hartparaffin zwischen den Quecksilberpolen, konnte bereits mit Sicherheit die Bildung von Gold festgestellt werden. Bei diesen Dielektrikumsversuchen, die in sehr mannigfaltigen Formen durchgeführt wurden, ergab sich ein weiterer höchst bedeutungsvoller Befund. Es wurde nachgewiesen, daß das Gold zum allergrößten Teil in den quantitativ sehr geringen Mengen des in der Funkenbahn zerstäubten Quecksilbers sich fand, während das flüssige Quecksilber entweder gar kein Gold enthielt oder nur außerordentlich geringe Spuren, die nachträglich wohl durch Lösung des verstäubten Quecksilbers hineingeraten waren. Hierhin gehört auch offenbar ein Versuch der Herren DUHME und LOTZ. Taucht man in ein Quecksilbergefäß Elektroden ein, so bildet sich beim Durchleiten eines genügend starken Stromes Gold. Dieser Befund kann nur so gedeutet werden, daß das Gold in oder an der dielektrischen Schicht gebildet wird, welche die Elektroden umgibt. Die Goldmenge ist nämlich von dem Spannungsabfall an dieser Stelle abhängig. Ist letzterer praktisch gleich Null (amalgamierte Elektroden), so findet keine Goldbildung statt. Bei Eisenelektroden, die durch Anlassen mit einer als Dielektrikum wirkenden Oxydschicht von meßbarer Dicke umgeben sind, beträgt der Spannungsabfall in dieser 50 000 Volt-cm.

Die Lampenversuche hatten wahrscheinlich gemacht, daß die Zustandsänderungen im Lichtbogen die Goldbildung veranlassen bzw. mindestens günstig beeinflussen. Als daher diese Zustandsänderungen künstlich vergrößert und prägnanter gemacht wurden, indem in den Stromkreis eine entsprechende Selbstinduktion eingeschaltet wurde, wurde dadurch die Ausbeute wiederum gesteigert.

Um den Gedanken, daß die Zustandsänderungen einer Entladung die Ausbeute bedingen oder fördern, auf andere Weise nachzuprüfen, suchten wir nach Entladungsformen, bei denen periodisch alle Zustände, die im Bereich der verfügbaren Stromquelle liegen, voraussichtlich durchlaufen werden mußten. Prinzipiell wandten wir für diesen Zweck einen Lichtbogen an, dessen Länge von o bis zum Abreißen in regelmäßiger Zeitfolge variiert werden konnte. Der Lichtbogen brannte dabei in einem chemisch indifferenten Gas unter Atmosphärendruck. Hier endlich gelang es, indem man die Zustandsänderungen absichtlich und in stets wiederkehrender Weise verwirklichte, innerhalb eines weiten Bereichs der zugeführten Energiemenge genaue Proportionalität zwischen der letzteren und der Goldausbeute festzustellen. Diese Versuche sind daher vollständig einwandfrei reproduzierbar. Sie bestätigten zu gleicher Zeit die Richtigkeit der Anschauung, daß die Bildung von Gold auf das Durchlaufen eines ganz bestimmten elektrischen Zustandes zurückzuführen ist, der bei dieser Versuchsanordnung periodisch wiederkehrt. Den Zustand selbst können wir zunächst noch nicht definieren. Man könnte vielleicht daran denken, daß die Goldbildung an das Auftreten labiler Übergangszustände gekettet ist, d. h. also solcher Zustände, deren dauerndes Bestehen durch die jeweilige Natur des Verhältnisses zwischen Spannungsabfall und Stromstärke ausgeschlossen ist. In diesem Zusammenhang könnte auch die Meinung auftreten, daß die Goldbildung, die offenbar in innigem Zusammenhang mit der Geschwindigkeit der Elektronen steht, von einer zeitlichen Änderung der Geschwindigkeit derselben abhängig ist.

Daß man tatsächlich die Goldbildung auf die Wirkung bewegter Elektronen zurückführen muß, ergibt ein Versuch, der im Forschungslaboratorium Siemens ausgeführt wurde. Goldbildung wurde festgestellt, wenn im höchsten Vakuum eine Quecksilberfläche mit Elektronen bombardiert wurde. Über das Optimum der Elektronengeschwindigkeit bestehen noch keine eindeutigen Erfahrungen, aber alle Versuche, auch die Lampenversuche, legen die Vermutung nahe, daß es langsame Elektronen sind, die den Kern des Quecksilbers zu erreichen vermögen.

Schon bei unseren ersten Versuchen konnten wir das Vorhandensein eines in seinem chemischen Verhalten dem Silber entsprechenden Metalls feststellen, das zugleich mit dem Gold im behandelten Quecksilber nachgewiesen wurde. Die Menge dieses Metalls war in vielen Fällen sehr viel größer als die Menge des Goldes. Daß es sich hier um eine Verunreinigung, die von außen her in den Versuch gelangt ist, handelt, ist ausgeschlossen. Auch Entladungsversuche außerhalb von Quecksilberlampen ergaben ähnliche Befunde. Sogar bei einem Versuch, der wegen geringer Stromdichtigkeit eine Goldbildung nicht nachweisen ließ, wurden nachweisbare Mengen des silberartigen Metalls gefunden.

Dagegen haben wir auch zahlreiche Versuche zu verzeichnen, bei denen neben verhältnismäßig großen Goldmengen keine Spur des genannten Körpers gefunden werden konnte. So wurde niemals Silber bei den Dielektrikumsversuchen sowie bei periodisch abreißenden Lichtbögen gefunden.

Wenn man auf Grund unserer Untersuchungen die Goldbildung auf dem Boden der bestehenden Atomtheorie im Sinne der Soddy-Antropoffschen Anschauungen begreiflich finden mag, so wird man für die Bildung des silberartigen Metalls zunächst einen Erklärungsversuch nicht finden.

Schließlich möchte ich feststellen, daß die Frage, ob im Sinn Antropoffs die Umwandlung des Quecksilbers in Gold nur am Astonisotop 197 möglich ist, auf Grund unserer Experimente bis jetzt noch nicht entschieden werden kann. Wir konnten jedenfalls mit Sicherheit feststellen, daß die Verringerung der Ausbeute bei Benutzung einer bestimmten wiederholt benutzten Rohquecksilbermenge niemals eintrat. Das würde sich aber ungezwungen auch damit erklären lassen, daß die gesamte abgeschiedene Goldmenge viel kleiner ist als die Menge des wahrscheinlich vorhandenen Astonisotops. Eine Atomgewichtsbestimmung könnte hierüber wohl am ersten Aufschluß geben. Auch die größte Konzentration des Goldes, die wir im Quecksilberschlamm des Dielektrikumsversuchs auffanden, war nur etwa die von 1 : 10 000.

Die bis jetzt von uns gefundenen Erkenntnisse lassen sich etwa folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die Goldbildung ist prinzipiell an keine bestimmte elektrische Entladungsform gebunden.

2. Die Goldbildung ist an einen Entladungszustand gebunden, bei dessen Vorhandensein bzw. periodischer zeitlicher Wiederkehr die gebildete Goldmenge der Stromstärke und der Zeit proportional ist.

3. Bei jeder wie auch immer gewählten Entladungsform ist ein gewisser Spannungsabfall bzw. eine bestimmte Elektronengeschwindigkeit notwendig, um analytisch nachweisbare Goldmengen zu erzeugen.

Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie.

Bei der diesjährigen Hauptversammlung der Bunsengesellschaft, die unter dem Vorsitz von Tammann am 22. und 23. Mai in Darmstadt abgehalten wurde, war als Thema der zusammenfassenden Vorträge des ersten Vormittags gewählt: *Unelastische Atom- und Molekelzusammenstöße.* Unter diesem, dem reinen Chemiker etwas abstrakt klingenden Begriffe verbirgt sich ein Grundproblem der Chemie: wie kommt eine chemische Verbindung zustande? Denn um die Molekel einer chemischen Verbindung zu bilden, müssen die einzelnen Atome ihrer Komponenten zunächst zusammengetroffen und dann beieinander geblieben, also nicht wie bei einem elastischen Stoße wieder auseinander geflogen sein. Die Antworten früherer Epochen, die Verwandtschaftskräfte, elektrische Absättigung, Valenzbindung, Abfall der freien Energie für das Zusammenbleiben verantwortlich gemacht hätten, können der kritischen Analyse von unserm heutigen Standpunkte aus nicht mehr genügen, und es ist bemerkenswert, daß die Schwierigkeiten gerade mit der neuesten Entwicklungsphase der Physik, der Quantentheorie, besonders groß geworden sind. So hob denn auch Bodenstein (Berlin), der seinem Vortrage den Untertitel *Grundlagen der chemischen Kinetik* gegeben hatte, hervor, daß es sich dabei mehr um Fragen als um ihre Lösung handle. Zwar die formale Entwicklung der Lehre von der Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, deren Einteilung in Reaktionen erster, zweiter, dritter Ordnung, die etwa erforderliche Zerlegung der beobachteten Reaktion in einzelne Stufen oder Ketten, die Betrachtung der Temperaturabhängigkeit ist weit gediehen und hat in zahllosen Untersuchungsreihen zu guter Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung geführt. Aber selbst die scheinbar einfachsten Fälle, Reaktionen erster oder zweiter Ordnung im homogenen gasförmigen System, geben bei näherer Betrachtung schwierige Rätsel auf. Warum ist der Absolutwert der Geschwindigkeitskonstante bei scheinbar analogen Reaktionen so außerordentlich verschieden? Warum üben mitunter Spuren von Wasserdampf einen geradezu entscheidenden Einfluß aus? Und vor allem, warum ist bei einer Gasreaktion $A + B \rightarrow AB$ die Zahl der in der Sekunde gebildeten Verbindungsmolekeln nur ein kleiner Bruchteil der Zahl der Zusammenstöße zwischen A und B, wie sie sich aus der kinetischen Gastheorie berechnen lassen? Die wenigen erfolgreichen Zusammenstöße müssen solche zwischen bevorzugten, energiereicheren, „aktiven" Molekeln oder Atomen sein. Aus der Verschiebung der Reaktionsgeschwindigkeit mit der Temperatur kann man den Energieüberschuß der aktiven Molekeln, ihre Aktivierungswärme berechnen. Aber aus welcher Quelle wird die Energie für die Aktivierung einzelner Atome oder Molekeln beim Fortgang der Reaktion nachgeliefert? Strahlung, Stöße von Nachbarmolekeln, Annahme von energiereichen Zwischenprodukten reichen, wie die nähere Rechnung lehrt, zur Erklärung nicht aus. Dazu kommt die weitere Schwierigkeit: wie wird das Reaktionsprodukt seine überschüssige, die Dissoziationsarbeit um die Stoßenergie übersteigende Energie los? Als einzige Möglichkeit erscheinen Zusammenstöße mit andern Molekeln, aber dann müßten fremde Gase die Reaktion beschleu-

nigen, was höchstens in einem Falle beobachtet worden ist. Aber selbst, wenn es gelingen sollte, diese beiden Schwierigkeiten, die Frage nach der Quelle der Aktivierungswärme und nach dem Verbleib der überschüssigen Energie durch neue Annahmen, vielleicht durch eine weit größere Lebensdauer der aktivierten Reaktionsprodukte, irgendwie der Lösung zuzuführen — wozu Beobachtungen bei sehr geringen Gasdrucken geeignet wären, — bleibt noch immer die Grundfrage nach der Ursache der so verschiedenen Werte der Geschwindigkeitskonstanten chemischer Reaktionen.

Der zweite Redner zu diesem Thema, J. FRANCK (Göttingen), betrachtete in seinem Vortrage *Quantenmechanische Probleme chemischer Reaktionen* die gleichen Fragen vom Standpunkte der Quantentheorie und der Bohrschen Atommodelle. Die Aktivierung eines Atoms kann nur durch Hebung eines oder mehrerer seiner Elektronen in höhere Quantenniveaus erfolgen, die Aktivierung einer zweiatomigen Molekel aber außerdem durch gequantelte Verstärkung der Schwingungen der beiden Kerne gegeneinander und der Rotation der ganzen Molekel. Auch diese beiden Arten von Quantensprüngen (die viel kleiner sind, als die der Elektronenbahnen) lassen sich in den Spektren verfolgen, und zwar in verschiedener Weise, je nachdem es sich um polare oder unpolare Molekeln handelt. Aber ein Zerfall der Molekel kann an sich weder durch Hebung einer Elektronenbahn noch durch bloße Vermehrung der Schwingungs- oder Rotationsenergie eintreten. Wenn nun beim unelastischen Zusammenstoße zweier Atome, die eine Molekel bilden, die aus der kinetischen Energie der Atome und der Bildungswärme von der Molekel aufgenommene Gesamtenergie größer ist als ihre Dissoziationsarbeit, so braucht dies noch nicht zum Wiederzerfall der Molekel zu führen; die Schwierigkeit liegt vielmehr darin, daß die Molekel nur eine genau gequantelte Energiemenge aufnehmen kann, und es ist höchst unwahrscheinlich, daß gerade eine solche vorliegt. Die Molekel muß also die Möglichkeit haben, den Überschuß über einen Quantenzustand loszuwerden. Durch eigene Translationsbewegung ist dies nicht möglich wegen der Erhaltung des Impulses; Strahlung könnte höchstens beim Zusammentritt von Ionen zu einer polaren Molekel auftreten: so bleibt nur der Zusammenstoß mit einem dritten Atom oder Molekel. Aber solche „Dreierstöße" sind zu selten! Der Redner steht daher der Möglichkeit einfacher Gasreaktionen $A + B \rightarrow AB$ skeptisch gegenüber und möchte die wenigen beobachteten Fälle dieser Art durch Wandreaktionen o. dgl. erklären. Denn eine feste Wand macht den Dreierstoß überflüssig, nimmt beliebige Energiemengen auf; so erklärt sich die unspezifische Katalysatorwirkung der Gefäßwände. Auch bei Austauschreaktionen $AB + C \rightarrow AC + B$ fällt die Schwierigkeit weg, weil hier durch die nicht gequantelte Translationsenergie des fortfliegenden B der Überschuß aufgenommen werden kann.

So führten diese beiden Vorträge nebst der anschliessenden Diskussion bei dem heutigen Stand unseres Wissens zu dem seltsamen Ergebnis, daß gerade diejenigen Arten chemischer Reaktionen, die als die einfachsten Typen ausgewählt wurden, homogene Gasreaktionen erster oder zweiter Ordnung, in reiner Form vielleicht überhaupt nicht möglich sind!

Eine spezielle Gasreaktion dieser Art, die Vereinigung von atomarem Wasserstoff zu molekularem, behandelte BONHOEFFER (Berlin) in seinem Vortrage *über aktiven Wasserstoff*, wie solcher zuerst von WOOD durch Glimmentladungen von hoher Stromstärke bei Drucken von einigen Zehntelmillimetern Quecksilbersäule erhalten worden ist. Dieser aktive Wasserstoff, dessen atomare Natur sich durch das Balmerspektrum anzeigt, wird durch Metalle, die in die Entladungsröhre eingeführt werden, rasch zerstört, wobei das Metall durch die Reaktionswärme zum Glühen gebracht werden kann. BONHOEFFER hat die katalytische Wirksamkeit der Metalle und anderer Stoffe mittels des Radiometereffektes genauer verfolgt und u. a. festgestellt, daß solche Metalle, die als Kathoden niedrige Überspannung aufweisen, besonders gut katalysieren und zwar schon in monomolekularer Schicht; dies leuchtet ein, da ja die Überspannung auf die Schwierigkeit der Vereinigung von Wasserstoffatomen zurückgeführt wird. Ohne Katalysatoren haben die Wasserstoffatome, die sich naturgemäß durch hohe Reaktionsfähigkeit auszeichnen, in den Röhren unter den gewählten Versuchsbedingungen die verhältnismäßig lange Lebensdauer von etwa $^1/_2$ Sekunde, woraus hervorgeht, daß nur der millionste Teil der Zusammenstöße zwischen 2 H-Atomen erfolgreich sein kann. Vielleicht ist auch hier die Vereinigung nur an der Gefäßwand möglich, denn Dreierstöße sind bei diesen Drucken sehr selten. Gleichzeitig eingeführter Natriumdampf wird zum Leuchten gebracht, indem die mit zwei zusammenstoßenden Wasserstoffatomen sich treffenden Natriumatome die überschüssige Energie aufnehmen und als Strahlung wieder abgeben.

Über eine andere Gasreaktion, die *thermische Bildung von Ozon*, aus reinem Sauerstoff beim Durchleiten durch glühende Capillaren, berichtete RIESENFELD (Berlin). Es treten hierbei unerwartet hohe Ozonmengen auf, Partialdrucke an O_3, die um $4-5$ Zehnerpotenzen höher sind, als sie sich nach dem NERNSTschen Wärmetheorem berechnen und in ruhendem Gase beobachtet werden. Zur Erklärung dieser Über-Gleichgewichtskonzentrationen wird angenommen, daß sie sich nach Adsorption des Sauerstoffs an der Gefäßwand in dieser Adsorptionsschicht bilden, im Gleichgewicht mit dem durch die Adsorption auf einige tausend Atmosphären komprimierten Sauerstoff, und daß diese Schicht sodann durch das rasch, mit einer Geschwindigkeit von einigen Metern in der Sekunde, strömende Gas von der Wand abgerissen und in den kälteren Teil fortgeführt wird, ehe das Ozon Gelegenheit hat, wieder zu zerfallen. Danach wird also die Strömungsenergie des Gases in chemische Energie umgewandelt. Diese überraschenden Ergebnisse mahnen zur Vorsicht bei der Bewertung von Versuchen mit ST. CLAIRE-DEVILLES heiß-kalter Röhre, bei denen man bisher immer geglaubt hatte, mit Gleichgewichtskonzentrationen rechnen zu dürfen, die im heißen Teile der Röhre erreicht und im kalten Teile nicht mehr verändert worden sind.

Auf dem Gebiete der Lehre von der Krystallstruktur ist besonders der Vortrag von WEISSENBERG (Berlin): *Krystallbau und chemische Konstitution* hervorzuheben. Dieser junge Forscher ist in den letzten Jahren, ausgehend von rein geometrischen und systematischen Betrachtungen, mit großer Zielsicherheit zu bemerkenswerten Erkenntnissen gerade derjenigen Dinge gelangt, die den Chemiker am Krystallbau interessieren, nämlich der Fragen, welche chemischen Bausteine — Ionen, Atome, Radikale, Molekeln oder größere Komplexe — den Krystall zusammensetzen und wie von der Konstitution dieser chemischen Bausteine die Krystallstruktur und die äußere Form des Krystalls abhängen. Die Hauptbegriffe, die WEISSENBERG zu seinen Überlegungen benutzt und die ihn zu einer erschöpfenden Systematik des Krystallbaues geführt haben, sind 1. der „Elementarkörper", d. i. das kleinste Krystallbruchstück, durch dessen Parallelverschiebung nach

drei Richtungen man sich den Krystall aufgebaut denken kann; 2. die „Insel", d. i. eine Gruppe von Partikeln, die so herausgegriffen ist, daß sie mit ihren strukturell gleichwertigen Gruppen kein Teilchen gemeinsam hat (also ein neuer, rein geometrischer Begriff, der sich aber als sehr fruchtbar erweist); 3. die „Dynade", d. i. eine Gruppe von Atomen, von denen jedes innerhalb dieser Gruppe durch stärkere Kräfte gebunden ist, als an jedes außerhalb befindliche Gitteratom oder Atomgruppe (also ein rein dynamischer Begriff). Es läßt sich zeigen, daß jede Dynade eine Insel sein muß (aber nicht umgekehrt). Beispielsweise ist im $CaCO_3$-Krystall jede CO_3-Gruppe, aber auch jedes Ca-Atom eine Insel und gleichzeitig eine Dynade, nicht aber CaO oder $CaCO_3$. Die möglichen Krystallbau- und Inseltypen sind durch eine umfassende Systematik der Symmetrieverhältnisse zu etwa 10 000 ermittelt worden, von denen aber nur ein kleiner Teil praktische Bedeutung für den Chemiker hat. Bei geeigneter röntgenographischer Aufnahme des Krystalls erhält man die absoluten Abmessungen, also auch den Rauminhalt des Elementarkörpers und kann daraus mit Hilfe der Dichte des Krystalls und der Loschmidtschen Zahl berechnen, wieviel mal die durch die chemische Formel des Stoffes ausgedrückte Molekel im Elementarkörper vorkommt. Andererseits ergibt sich bei ausreichender röntgenographischer Ermittelung der Symmetrieverhältnisse die Raumgruppe des Krystalls und mit Hilfe der oben angedeuteten Systematik daraus die Mindestzahl der „Inseln" im Elementarkörper. Durch Verknüpfung dieser beiden Betrachtungsweisen ist Weissenberg unter anderem zu dem überraschend einfachen Ergebnis gelangt, daß bei den meisten Elementen Insel, Dynade und Atom identisch, der Krystall also sicher nur aus Atomen aufgebaut ist (Atomgitter). Eine Ausnahme bilden Arsen, Antimon, Wismut, bei denen sich die Wahrscheinlichkeit von Krystallbausteinen As_2, Sb_2, Bi_2, sowie Schwefel, bei dem sich S_8 oder S_{16} als Krystallbaustein ergibt — also gerade solche Elemente, die auch im Gaszustande als polymer bekannt sind. Auch bei den meisten einfachen anorganischen Stoffen wurden auf diesem Wege die chemischen Molekeln (oder sogar deren Bruchstücke, Ionen oder Radikale) als die größten endlichen Inseln und somit als eigentliche Krystallbausteine erkannt, schließlich auch bei der großen Mehrzahl der untersuchten organischen Stoffe, wo wiederum nur solche Verbindungen, bei denen auch der Chemiker mit Polymerisation rechnet, z. B. Metaldehyd, im Krystall sich als polymer erweisen. Im allgemeinen sind also die einfachen chemischen Molekeln oder ihre Radikale mit den Krystallbausteinen identisch und der Gedanke an hochpolymere Partikeln als Bausteine der Krystalle muß fallengelassen werden, mit Ausnahme allerdings unendlich langer Ketten (oder unendlich ausgedehnter Netze oder Gitter), die unter Umständen auch als Krystallbausteine angesehen werden können.

Einzelbeispiele von *Krystallstruktur*-Erforschungen brachten Mark (Berlin) und Hassel (Berlin) vor. Jener hat sich besonders mit bei tiefen Temperaturen kondensierten Gasen beschäftigt, die er mit der zuerst von Simon benutzten Apparatur nach dem Verfahren von Debye-Scherrer untersucht hat. Festes Kohlendioxyd bildet einen kubischen Elementarkörper, der vier CO_2-Molekeln enthält. Durch vereinfachende Annahmen läßt sich daraus folgern, daß die CO_2-Gruppe symmetrisch und geradlinig gelagert ist: O-C-O. Dagegen können im festen NH_3, dessen Krystalle optisch aktiv sind und die Symmetrie einer polaren dreizähligen Axe aufweisen, die Atome nicht in einer Ebene liegen, sondern in einer Pyramide mit dem N-Atom an der Spitze. Bei den kondensierten Wasserstoffverbindungen C_2H_6 und B_2H_6 gelang es durch Anwendung streng monochromatischer Strahlen, den Abstand der beiden C-Atome zu etwa 1,5 Å, den der beiden B-Atome zu etwa 1,9 Å zu ermitteln, woraus folgt, daß jene sich stärker anziehen, als diese. Von sonstigen Ergebnissen Marks ist besonders beachtenswert, daß Salze wie $CaSO_4$, $BaSO_4$, $KMnO_4$, $KCCO_4$ keine eigentlichen Ionengitter wie die Alkalichloride bilden, sondern daß z. B. in $BaSO_4$ jedes Ba-Atom einer bestimmten SO_4-Gruppe zugeordnet ist.

In die Systematik der anorganischen Chemie führte der Vortrag von Grimm (Würzburg) über *Bau und Größe der Nichtmetallhydride*. Er entwickelte eine neue Art von Verschiebungssatz: Die Elemente der 4. bis 7. Gruppe werden durch Aufnahme eines oder mehrerer Wasserstoffatome zu Komplexen, Pseudoatomen, die um soviel Gruppen nach rechts verschoben sind, als Wasserstoffatome aufgenommen wurden:

Gruppe:	IV	V	VI	VII	o	I
	C	N	O	F	Ne	Na
		CH	NH	OH	FH	
			CH_2	NH_2	OH_2	
				CH_3	NH_3	OH_3
					CH_4	NH_4
Valenz:	−4	−3	−2	−1	0	+1

Dadurch wird der Fall des Ammoniums, das von jeher den Alkalimetallen zugeordnet wurde, verallgemeinert. Die Ähnlichkeit der Pseudoatome mit den Atomen der entsprechenden Gruppenelemente erstreckt sich abgesehen von der Valenz auf die molekularen Dimensionen, wie sie sich aus der Refraktion, dem Volumenkorrekturglied in van der Waals Gleichung, der Zähigkeit der Gase, den Gitterabständen usw. ergeben, ferner auf die Ionisierungsspannung, die Mischbarkeitsverhältnisse, unter Umständen auch auf Siedepunkte, Verdampfungswärme und das Druckkorrekturglied in van der Waals Gleichung. Alles dies sind Eigenschaften, die mit der Feldwirkung der Atome und Komplexe nach außen zusammenhängen; der Gang dieser Größen ist ein regelmäßiger und entspricht unsern heutigen Vorstellungen über den Bau der Atome und Molekeln. Die Gruppe OH_3 ist in ionisierter Form das Wasserstoffion in wässriger Lösung und als solches den Alkalimetallionen analog. Die Verbindungen FH, OH_2, NH_3 und CH_4 sind durch ihren chemisch gesättigten Charakter den Edelgasen vergleichbar; OH_2 und NH_3 haben aber beide starke Verwandtschaft zum H-Ion. OH, NH_2 und CH_3 treten wie die Halogene zu dimeren Komplexen zusammen usw.

Die Haupteinteilung der Elemente ist bekanntlich diejenige in Metalle und Nichtmetalle; in wässriger Lösung können jene Kationen, diese Anionen bilden. Es gibt aber auch, wie zuerst Le Blanc beim Tellur gezeigt hat, „Zwitterelemente", die sowohl positive als negative Elementarionen zu liefern imstande sind. Andeutungen dafür liegen auch bei J, As, Sb vor. Paneth (Berlin) zeigte nun, daß auch *Polonium und Wismut als Zwitterelemente* auftreten können. Wird Polonium, auf Gold niedergeschlagen, gleichzeitig als Anode und Kathode bei der Elektrolyse von verdünnter Natronlauge benutzt, so geht es an beiden Elektroden in Lösung, wie durch Messung der Radioaktivität der Lösung nachgewiesen werden konnte. In gleicher Weise konnte die Existenz positiver und negativer Bi-Ionen bewiesen werden und zwar nach dem Verfahren der radioaktiven Indikatoren, indem dem metallischen Wismut das isotope ThC beigemengt und dessen Über-

gang in die Lösung durch Messung der Radioaktivität geprüft wurde. Die Ähnlichkeit von Te, Po und Bi kommt also auch in der Zwitternatur dieser drei Elemente zum Vorschein.

Sämtliche physikalischen und chemischen Eigenschaften der Elemente werden heute auf Zahl, Anordnung und Bewegungsart der den Kern umkreisenden Elektronen zurückzuführen gesucht. Durch das rechnerische Studium der Energiemengen, die bei fortschreitender Ordnungszahl, d. h. um je eine Einheit fortschreitender positiver Kernladung, durch das Einfangen des zur Neutralisierung erforderlichen neuen Elektrons gewonnen werden, hat zuerst BOHR Vorstellungen darüber entwickelt, wie sich die Außenelektronen der einzelnen Elemente auf verschiedene Gruppen, d. h. auf die Bahnen verschiedenen Energieniveaus, verschiedener Quantenzahlen verteilen, Vorstellungen, die kürzlich von STONER etwas abgeändert worden sind. SWINNE (Berlin) gab in seinem Vortrage *Periodisches System und Elektronenisomerie der Elemente* eine vollständige Tabelle der Elektronenverteilung bei allen Elementen. Es wird bekanntlich angenommen, daß bei den „großen Perioden" des Systems in deren ersten Hälften die neu hinzukommenden Elektronen zunächst noch nicht zur Auffüllung der noch unvollständigen Untergruppen benutzt werden, sondern als Außenelektronen in höherquantigen Bahnen rotieren. Bei diesen „Zwischenschalenelementen" ergibt sich die Möglichkeit, dem gleichen Kern die gleiche Anzahl von Elektronen in verschiedener Gruppierung zuzuordnen — Elektronenisomerie. Durch die magnetischen Eigenschaften, namentlich der Elemente der Eisengruppe, wird das tatsächliche Vorkommen solcher Elektronenisomeren wahrscheinlich gemacht. Auch die Passivität der Metalle, für die ja schon lange von manchen Seiten besondere Modifikationen verantwortlich gemacht werden, läßt sich auf eine Isomerisation der Atome an der Metalloberfläche zurückführen. Die neue Vorstellung kann auch noch zur Erklärung anderer Erscheinungen herangezogen werden.

Unter den Vorträgen aus der *Thermodynamik* sei zunächst derjenige von O. STERN (Hamburg) erwähnt, der diese Lehre — vielleicht über ihre Grenzen hinaus — auf kosmogonische Probleme anwendet. Nach dem Relativitätsprinzip sind bekanntlich Energie und Masse durch die Gleichung verknüpft: $E = m \cdot c^2$, wo c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet. Danach läßt sich die Umwandlung von Masse in strahlende Energie und umgekehrt erwarten. Jener Vorgang wird in heißen Sternen angenommen, die durch ihre Strahlung dauernd an Masse verlieren. Die Erzeugung von Masse aus Strahlung hat zuerst NERNST erörtert. Setzt man ein thermodynamisches Gleichgewicht zwischen beiden Größen voraus, so läßt sich dieses verwirklicht denken in einem mit Strahlung und etwas Masse erfüllten Zylinder, der an beiden Seiten durch halbdurchlässige Stempel verschlossen ist: der eine nur durchlässig für Atome, der andere nur durchlässig für Strahlung. NERNSTS Wärmesatz führt dann zu einem Ausdruck für die Zahl der Atome in 1 ccm, die mit einer bestimmten Temperaturstrahlung im Gleichgewicht steht. Doch erweist sich diese Zahl selbst für Temperaturen, die jede bisherige Schätzung von Sterntemperaturen weit überschreiten, als so gering, daß danach eine tatsächliche Entstehung von Masse aus Strahlung ausgeschlossen erscheint.

Ein viel spezielleres Thema behandelte HERZFELD (München): *Dampfdruck und Mischbarkeit bei binären Gemischen.* Unter der vereinfachenden Annahme, daß in Gemischen zweier Flüssigkeiten die Energie einer Molekel nur von den benachbarten Molekeln abhängt, gelang es HEITLER und HERZFELD, aus der Lösungswärme die charakteristischen Formen der Dampfdruckkurven solcher Gemische, wie auch die Mischbarkeitskurven abzuleiten.

Gemische zweier Lösungsmittel werden mitunter auch zu *Molekulargewichtsbestimmungen* benutzt für Stoffe, die in einem einzelnen Lösungsmittel nicht hinreichend löslich sind. DRUCKER (Leipzig) zeigte an dem Beispiele von Methylalkohol-Schwefelkohlenstoffmischungen, daß dieses gemischte Lösungsmittel bei der Siedepunkterhöhung durch gelöste Stoffe starke Unregelmäßigkeiten aufweist. Durch Messung der Total- und Partialdrucke und Analyse der Dampfgemische wurde die Ursache der Abweichungen aufgeklärt: die gelösten Stoffe üben eine Art aussalzender Wirkung aus, sie erhöhen den Partialdruck der einen Komponente und zwar derjenigen, in der der Stoff weniger löslich ist. Dadurch verändert sich die Zusammensetzung des Dampfgemisches gegenüber dem Dampfe des reinen Lösungsmittelgemisches. Zugleich wird auch die kritische Lösungstemperatur der beiden Lösungsmittel verschoben. Danach sind Lösungsmittelgemische nur mit großen Einschränkungen zu Molekulargewichtsbestimmungen verwendbar.

Mit den festen Stoffen beschäftigte sich COHEN (Utrecht) in seinem Vortrage über die *Metastabilität der Materie und unsere physikalischen „Konstanten"*. Wie schon wiederholt in Wort und Schrift, betonte er, daß viele, vielleicht alle krystallisierten Stoffe in mehreren polymorphen Formen vorkommen, daß sich die Gleichgewichte zwischen diesen Formen häufig nur sehr langsam einstellen, daß also das Impfen einer metastabilen Modifikation mit Teilchen der stabilen die Umwandlung durchaus nicht sicherstellt. Redner veranschaulichte dies, indem er beständige Mischungen von je zwei Formen in verschiedenen Verhältnissen vorzeigte, so von weißem und grauem Zinn, von gelbem und rotem PbO, von mehreren Formen des Sb_2S_3 und HgS. Die gewöhnlichen Verfahren zur Gewinnung chemisch reiner Stoffe, wie Krystallisieren oder Sublimieren, bieten durchaus keine Gewähr, daß die Erzeugnisse nun auch physikalisch rein sind; im Gegenteil entsteht dabei in der Regel zunächst eine instabile Form, die sich langsam umwandelt. Cadmiumjodidlösung z. B. liefert beim Eindampfen ein Gemisch zweier Formen, die sich durch ihre Dichte und Lösungswärme stark unterscheiden. So muß man vermuten, daß physikalische Konstanten häufig an nicht einheitlichen Stoffen ermittelt und daher keine wirklichen Konstanten sind.

Einen wichtigen Sonderfall solcher polymorpher Modifikationen, nämlich die Beziehungen der verschiedenen *Formen des Kohlenstoffs*, besprach ROTH (Braunschweig). Nach den bisherigen Angaben über die Verbrennungswärme von Graphit und Diamant sollte bei gewöhnlicher Temperatur Diamant stabiler sein, was aber den mineralogischen Befunden widerspricht. Durch neue Präzisionsmessungen der Verbrennungswärme an mehr als 20 Graphitsorten — die sich nach Dichte und Verbrennungswärme in zwei Gruppen teilten — und von mehreren Diamanten (wobei in einer Mikrobombe jeweils $< 0{,}1$ g verbrannt wurde) hat ROTH folgende Verbrennungswärmen für 1 g festgestellt:

α-Graphit	7832 cal.
β-Graphit	7856 „
Diamant	7873 „
Carbonado	7884 „
amorpher Kohlenstoff . .	8080 „

Danach hat der Diamant eine höhere Verbrennungswärme als Graphit, ist also bei gewöhnlichem Druck und Temperatur instabiler als dieser. Die schwarzen Beimengungen im Carbonado (schwarzer Diamant) müssen nach der Verbrennungswärme amorpher Kohlenstoff sein, woraus man Schlüsse auf die Art der Entstehung dieser Steine ziehen kann.

Unter den *elektrochemischen* Vorträgen erregte derjenige von COEHN (Göttingen) besonderes Interesse, weil der Redner wieder neue Erscheinungen an *elektrolytisch entwickelten Gasblasen* vorführte. Das verschiedene Verhalten solcher Blasen an Anode oder Kathode, in saurer oder alkalischer, konzentrierter oder verdünnter Lösung, hatte COEHN bekanntlich auf elektrostatische Aufladung der Bläschen und Anziehung oder Abstoßung durch das Elektrodenmetall zurückgeführt. Die abstoßende Wirkung kann durch Anwendung einer punktförmigen Elektrode (in Glas eingeschmolzenes Drahtende) sehr gesteigert werden. Wird an die Elektroden hohe Spannung, z. B. 300 Volt angelegt, so beobachtet man unter allen Umständen Abstoßung, weil nunmehr den Gasblasen die Ladung der Elektrode aufgezwungen wird. Schließlich kann man unter bestimmten Bedingungen — in sehr verdünnter Säure bei hoher Spannung an zugespitzten Punktelektroden — ein Zurückströmen der Gasbläschen längs der horizontalen Elektrode erzielen. Redner erklärte diese Erscheinung durch besonders schnelle Ionenwanderung in dem außerordentlich starken Felde, wodurch die Gasbläschen mitgerissen werden.

Messungen der Zersetzungsspannung geschmolzener Salze hat B. NEUMANN (Breslau) ausgeführt. An den Chloriden, Bromiden und Jodiden zahlreicher Metalle stellte er fest, daß bei Metallen der gleichen Gruppe die Zersetzungsspannungen der Salze im allgemeinen den gleichen Temperaturkoeffizienten zeigen. Mit Hilfe der so ermittelten elektrolytischen Potentiale der Metalle in ihren Salzschmelzen und den besonders gemessenen Zersetzungsspannungen einiger Metallfluoride (wobei die Frage des Anodenmaterials Schwierigkeiten bereitete) konnte dann das *Potential des Fluors* berechnet werden: es ergab sich, auf 18° extrapoliert, zu + 1,923 Volt. Dieser Wert wurde noch durch die Elektrolyse von geschmolzenem KHF_2 bestätigt, wobei sich kathodisch Wasserstoff, anodisch Fluor entwickelt, so daß die Zersetzungsspannung unmittelbar das Fluorpotential anzeigt, das auf 18° umgerechnet, zu 1,928 Volt gefunden wurde. Das Fluorpotential nimmt aber mit steigender Temperatur viel rascher ab, als diejenigen der übrigen Halogene, so daß schon oberhalb 225° das Chlor ein größeres Ionisierungsbestreben zeigt als das Fluor.

Bei der Elektrolyse fester Salze — Krystalle oder Gläser — hat sich schon lange gezeigt, daß die Hauptmenge des Stromes nur von der einen Ionenart getragen wird, während die andere unbeweglich oder fast unbeweglich bleibt. BRAUNE (Hannover) hat die *Ionenbeweglichkeit in festem Cu_2S und Ag_2S* ohne Hilfe des elektrischen Stromes, durch bloße Diffusion zu ermitteln versucht. Auf gegossene Zylinder des einen Sulfids wurden Mischkrystalle beider Sulfide aufgegossen, und nachdem das Ganze längere Zeit einer bestimmten Temperatur unterhalb des Schmelzpunkts ausgesetzt war, wurde schichtenweise analysiert. Dabei ergab sich, daß die Cu^+- und Ag^+-Ionen in der Tat hohe Beweglichkeit haben, während bei entsprechenden Versuchen mit $Ag_2S + Ag_2Se$ die Anionen nur äußerst geringe Beweglichkeit zeigten, die erst um 600° meßbar wurde. Die Überführungszahlen erreichen demgemäß extreme Werte.

Diffusionsvorgänge in Gallerten hat FRICKE (Münster) in ähnlicher Weise untersucht.

Methodisch wertvoll waren die Demonstrationen von BECHHOLD (Frankfurt), der sein Verfahren der *Ultrafiltration* wesentlich verbessert hat durch Anwendung von Porzellanfiltern verschiedenster Form, die mit einer Gallerte überzogen werden (z. B. durch Tränken mit einer Lösung von Collodiumwolle in Eisessig und Koagulation mit Wasser). Durch derartige Filter können kolloide Silberlösungen oder Hämoglobinlösungen rasch und klar filtriert werden. Diese Art der Ultrafiltration hat BECHHOLD dann noch mit einer *Elektrodialyse* verknüpft, indem an den Außenseiten ineinandergestellter Porzellanultrafilter dünne Metallschichten als Elektroden angebracht wurden. Durch die Ionenüberführung und gleichzeitige Elektroosmose werden auf diesem Wege Elektrolyte in kürzester Zeit aus kolloiden Lösungen entfernt und in Minuten das erreicht, was bei der gewöhnlichen Dialyse Tage und Wochen dauert.

HOCK (Gießen) demonstrierte überraschende Erscheinungen an *Kautschuk*. Wird gedehnter Kautschuk in einer Kältemischung gekühlt, so geht er zunächst nicht wieder in seine ursprüngliche Form zurück; erst beim Erwärmen auf eine innerhalb weniger Grade bestimmte, von der Art der vorangegangenen Abkühlung abhängige Temperatur, z. B. 22°, zieht er sich mit großer Kraft wieder zusammen. Entgegen einer anderen Theorie von FREUNDLICH nimmt der Vortr. an, daß beim Recken eine Parallelrichtung der Kautschukfasern stattfindet (was mit Wärmeentwicklung verknüpft ist) und VAN DER WAALSche Kräfte die Form festhalten, bis die thermische Bewegung sie überwindet. Dafür spricht unter anderem auch die Beobachtung, daß gedehnter Kautschuk nach Kühlung in flüssiger Luft beim Hämmern nicht wie gewöhnlicher Kautschuk in unregelmäßige Scherben zerspringt, sondern in parallele Fasern sich spaltet. Nach KATZ gibt der gedehnte Kautschuk auch Röntgeninterferenzen.

Wunderhübsch waren auch die Experimente von STAUDINGER (Zürich) über *Explosionen mit Alkalimetallen*. So kann z. B. Tetrachlorkohlenstoff mit Kalium oder einer Natrium-Kaliumlegierung nicht nur zusammengebracht, sondern auch davon abdestilliert oder durchfunkt werden, aber bei Stoß tritt eine äußerst heftige Explosion ein. Ähnliche stoßempfindliche Systeme sind z. B. $AgJ + NaK$ oder festes $CO_2 + K$. Der Redner nimmt an, daß sich zunächst eine äußerst energiereiche Anlagerungsverbindung bildet, die dann bei mechanischer Erschütterung in die stabilen Produkte zerfällt. Dafür spricht, daß in manchen Fällen die Stoßempfindlichkeit erst einige Sekunden nach der Mischung eintritt, so bei $CHCl_3 + K$.

Es muß darauf verzichtet werden, den Lesern dieser Zeitschrift über sämtliche Vorträge — es wurden deren 39 gehalten! — zu berichten. Da aber die Auswahl naturgemäß willkürlich sein mußte, mögen die hier nicht referierten wenigstens aufgeführt werden:

ESTERMANN, Hamburg: Bildung von Niederschlägen durch Molekularstrahlen.

MECKLENBURG, Aussig: Schichtenfiltration, ein Beitrag zur Theorie der Gasmaske.

ENGELHARD, Berlin: Die physikalischen und chemischen Grundlagen des gewerblichen Atemschutzes

HENGLEIN, Danzig: Thermische Ausdehnung in Krystallen und chemische Konstitution.

HUETTIG, Jena: Die Beziehungen von Kontraktion, Refraktion und Lichtabsorption in Lösungen.

DIETZEL, München: Optische Untersuchungen über die schweflige Säure und ihre Alkalisalze.

ROTH, Braunschweig: Lösungen von Germaniumdioxyd.
BREDIG, Karlsruhe: Kritische Daten und Dampfdrucke von Blausäure.
R. LEPSIUS, Berlin: Ein neues elektrisches Zeitzündverfahren.
ULICH, Rostock: Dielektrizitätskonstanten von Elektrolytlösungen.
ZINTL, München: Neue potentiometrische Titrationsmethoden.
JELLINEK, Danzig: Gleichgewichte zwischen Salzschmelzen und Metallen.
MOLDENHAUER, Darmstadt: Reduktion von Ferrisalzen durch Schwefelwasserstoff.
WEITZ, Halle: Löslichkeit von Ammoniumsalzen in Ammoniak.
H. FRANCK, Berlin: Die Bildungswärme des Kalkstickstoffs.
HEUSER, Berlin: Die Depolymerisation der Zellulose.
v. OHLSHAUSEN, Göttingen: Neuere Apparate.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Darmstädter Tagung wohl keine überragende wissenschaftliche Neuentdeckung gebracht, aber stetiges Wachstum an allen, nun schon so reich verzweigten Ästen der reinen und angewandten physikalischen Chemie gezeigt hat. FR. AU.

Besprechungen.

OPPENHEIMER, C., und L. PINCUSSEN, **Tabulae biologicae.** Band I. Reine und physiologische Physik, Physikalische Chemie und biologische Anwendungen. Berlin: W. Junk 1925. 522 S. und 40 Abbild. 17 × 26 cm. Subskriptionspreis des ganzen Werkes 100 Goldmark.

Einen „Landolt-Börnstein" der Biologie zu schaffen, war das Ziel, daß Verfasser und Herausgeber sich gesteckt hatten; und man darf sagen, sie haben es erreicht, ja übertroffen. Denn ihr Buch wird viel mehr enthalten, als der kurze Titel „Tabulae biologicae" verspricht. Neben Tabellen, Zahlen und Formeln aus der Biologie im weitesten Umfang des Wortes findet der Leser auch alle für den Biologen wichtigen Zahlenangaben aus der Physik und physikalischen Chemie. Und die übrigen chemischen Wissenschaften werden in den folgenden Bänden ebenso ausgiebig vertreten sein. Aber noch mehr, auch die Mathematik ist nicht vergessen. Der erste Abschnitt des vorliegenden Bandes enthält nicht nur bequem benutzbare Tabellen über Potenzen, Wurzeln, reziproke Werte, Kreisumfänge usw., sondern auch die Briggschen und natürlichen Logarithmen, sowie die wichtigsten planimetrischen, trigonometrischen, algebraischen, Differential- und Integralformeln. Gerade diese scheinbar so elementaren Dinge dürften vielen Benutzern der Tab. biol. besonders erwünscht sein. Denn, während mathematische Kenntnisse dem Physiker und Chemiker ja geläufig zu sein pflegen, sind sie für sehr viele Biologen nur eine traumhafte Erinnerung an weit zurückliegende Schuljahre. Der vorliegende erste Band bringt Mechanik, Optik, Akustik, Wärmelehre, physikalische Chemie mit ihren biologischen Anwendungen und ein besonderes Kapitel über die Narkose. Beim ersten Durchblättern des Buches wird es vielleicht manchem Biologen erscheinen, als sei die menschliche Physiologie über Gebühr bevorzugt. Das fällt aber nicht den Verfassern zur Last. Sie konnten das Material für ihr Werk ja nicht selbst schaffen, sondern mußten es zusammentragen, wie es vorlag. Und nun ist eben Homo sapiens das am besten bekannte unter allen Tieren. Über ihn gibt es eine alte fast unübersehbar reiche physiologische Literatur, während diese bei manchen Gruppen der wirbellosen Tiere noch in den allerersten Anfängen steht. Aus ähnlichen Gründen nehmen in dem der physikalischen Chemie und ihren biologischen Anwendungen gewidmeten Abschnitt die pflanzlichen Objekte scheinbar einen unverhältnismäßigen Raum ein gegenüber den tierischen. Alles, was mit Osmose, Permeabilität der Zellhäute usw. zusammenhängt, ist eben in der Botanik viel eingehender erforscht, als in der Zoologie. Daß die Verfasser beide Reiche der organischen Natur in ihrem Werke vereinigt haben, ist aller Anerkennung wert; je mehr die biologische Forschung sich vertieft, um so notwendiger wird es, daß die rein historisch begründeten allzu schroffen Schranken zwischen pflanzlicher und tierischer Physiologie fallen.

Nicht ganz glücklich scheint mir in manchen Fällen die Anordnung des Stoffes. So wird in der physiologischen Optik des 1. Bandes ausschließlich der Mensch behandelt, während der „Lichtsinn der Tiere" nach dem Einteilungsplan des Gesamtwerkes in den 4. Band verlegt worden ist. Die spezielle Muskelphysiologie wird im 1., die allgemeine im 2. Bande behandelt. Doch mögen diese Unebenheiten durch Umstände bedingt sein, für welche die Verfasser nicht verantwortlich zu machen sind; auch können sie ja in einer 2. Auflage, die gewiß bald nötig werden wird, leicht ausgeglichen werden.

An wirklichen Mängeln habe ich nur zwei bemerken können, deren Verbesserung ich den Verfassern ans Herz legen möchte. Da das Lebensmedium sehr vieler wissenschaftlich hochwichtiger Tiere und auch mancher niederer Pflanzen das Meer ist, wäre eine eingehende Verwertung der in der Literatur vorhandenen schon heute recht zahlreichen Angaben über die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Meerwassers eigentlich eines der wichtigsten Erfordernisse für ein Werk wie die Tabulae biologicae; und daran fehlt es fast ganz. Ferner scheint sich im ganzen Werk kein der Entwicklungsmechanik gewidmeter Abschnitt zu finden. Wenigstens finde ich im Einteilungsplan keinen erwähnt, ebenso wenig einen Entwicklungsmechaniker im Verzeichnis der Mitarbeiter.

Doch verschwinden diese kleinen Mängel, die zudem in einer 2. Auflage ohne Mühe behoben werden können, und die ich hier überhaupt nicht erwähnt hätte, wenn nicht die Verfasser im Vorwort ausdrücklich zur Namhaftmachung von Lücken und Fehlern aufforderten, ganz gegen die großen, nicht genug zu rühmenden Vorzüge des Werkes. So oft man es auch aufschlägt, immer wieder staunt man über seine Reichhaltigkeit und Vollständigkeit. Und alle Biologen sind den Verfassern zu Dank für ihre entsagungsvolle Arbeit verpflichtet.

Hier an der Zoologischen Station, wo jetzt wieder wie in früheren Jahren Forschern aus den verschiedensten Ländern und Schulen an ganz verschiedenen Objekten über die allerverschiedensten Fragen arbeiten, ist das Bedürfnis nach einem solchen Werk, das unserer Literatur bisher ja ganz fehlte, besonders brennend. Und das überaus lebhafte Interesse, welches der 1. Band nach seiner Ankunft hier erregte, läßt mit Sicherheit voraussehen, daß die Tabulae biologicae, wenn sie erst vollständig vorliegen, eines der am meisten benutzten Bücher der Stationsbibliothek sein werden. Und die ganze biologische Welt wird mit Spannung dem Erscheinen der weiteren Bände entgegen sehen.

J. GROSS, Neapel.

PASCAL, PAUL, **Synthèses et Catalyses Industrielles, Fabrications Minérales.** Paris: Librairie Scientifique J. Hermann 1925. VII, 452 S. und 270 Abbild. 16 × 25 cm. Preis 45 Fr.

Das Werk ist der Abdruck von Vorlesungen, die der Verfasser als Lehrer an der Fakultät des Sciences de Lille über folgende Kapitel der anorganisch-chemischen Industrie in den Jahren 1919—1922 gehalten hat: Das Problem des Stickstoffs, die Schwefelsäureindustrie, die Chlor- und Salzsäureindustrie. Es wird eine eingehende Schilderung dieser Gebiete gegeben, besonders eingehend da, wo der Verfasser, der in der französischen Kriegsindustrie tätig war, seine dort gesammelten Erfahrungen mitteilt. Diese Teile, wie überhaupt die Beurteilung der einschlägigen Probleme und technischen Schwierigkeiten von dieser Seite, werden auch den nichtfranzösischen Leser interessieren. Was man über die in diesen Industrien fast durchweg grundlegende und dauernd führende deutsche Arbeit erfährt, ist zum großen Teile auf dem bekannten, unrühmlichen Wege, den der Vertrag von Versailles erschlossen hat, zu des Verfassers Kenntnis gelangt. Der deutschen Arbeit gerecht zu werden, ist dem Verfasser unmöglich; in dem Bestreben, sie zu verkleinern, läßt er sich zu bemerkenswerten Fehlurteilen verleiten. Zum Beispiel wird die Besprechung der Haberschen Ammoniaksynthese mit den Worten eingeleitet: „Das Verfahren, das unter dem Namen Haber bekannt, aber zum erstenmal im Laboratorium durch M. H. Le Chatelier untersucht worden ist, ist von der Badischen vor dem Krieg und für den Krieg fertiggestellt worden." Dabei stellt der Verfasser an anderer Stelle selbst fest, daß sich die industrielle Verwertung des Verfahrens bei Beginn des Krieges erst in den Anfängen befunden hat. Was Le Chatelier anbetrifft, so hat dieser bekanntlich (Naturwissenschaften 1922, S. 1048) zuerst auf die theoretische Möglichkeit der Realisierung der Ammoniaksynthese durch Druck hingewiesen, seine mit untauglichen Mitteln ausgeführten Versuche haben aber nicht allein kein Ammoniak ergeben, sondern sie wurden durch eine zerstörende Explosion beendet und danach aufgegeben. Das abschließende Urteil des Verfassers über die Ammoniaksynthese der Badischen lautet: „Ungeachtet des unbestreitbaren Erfolges dieses Prozesses kann man sich fragen, ob die Lösung die einfachste ist und ob sie sich der Mentalität (!) und den Mitteln aller Länder gut anpaßt." Das Claudesche Verfahren der Wasserstoffdarstellung durch Kühlung von Koksofengas wird eingehend beschrieben, der viel früher zu technischem Erfolge führenden Tätigkeit der Firma Linde wird aber nicht gedacht. Auch viele andere wichtige, nichtfranzösische Arbeiten werden übergangen.

So ist die Lektüre und Beurteilung dieses Buches eine wenig erfreuliche Aufgabe, zumal wenn man bedenkt, wie sehr eine solche einseitige, von angesehener Seite ausgehende Darstellung, die den Charakter eines Lehrbuches hat, geeignet ist, traditionelle Vorurteile zu befestigen und zu verbreiten. Beruhigend ist es unter diesen Umständen immerhin, daß das Urteil des Verfassers doch auch in anderer Richtung auffällig fehlgeht. Eine Sentenz wie die folgende, die sich an der Spitze des Buches findet: „Das Stickstoffproblem interessiert ganz besonders die 600 Millionen Brotesser, für die sich vielleicht aus dieser besonderen Ernährungsweise die Ursache für ihre moralische und politische Überlegenheit herleitet", dürfte immerhin vielleicht geeignet sein, den einen oder anderen der Schüler des Verfassers mit einem gewissen Mißtrauen in dessen Autorität zu erfüllen. M. Mugdan, München.

YOUNG, GEOFFREY WINTHROP, **Die Schule der Berge.** Deutsch von Rickmer Rickmers. Leipzig: F. A. Brockhaus 1925. 334 S., 39 Einschaltbilder und 19 Abbild. im Text. 15 × 23 cm. Preis 16 Goldmark.

Ein regelrechtes Lehrbuch des Bergsteigens, in dem ein erfahrener Meister die Ergebnisse einer fünfzigjährigen Erfahrung niedergelegt hat, und zu dem er bei vereinzelten Kapiteln die für diese vielleicht noch größere Erfahrung einiger Freunde herangezogen hat („Ausrüstung für die Alpen": J. P. Farrar, „Frauenkleidung"; Miß Bronwen Jones: „Skilauf im Hochgebirge"; Arnold Lunn; „Lichtbildnerei in den Bergen": Sydney Spencer).

Wer selbst Bergsteiger ist, dem will ein solches Lehrbuch zunächst überflüssig erscheinen. Das Bergsteigen ist eine lebendige Kunst, die im Leben und in den Bergen gelernt sein muß. Aber auch die chemische Analyse oder das anatomische Präparieren sind Künste, die man nur praktisch erlernen kann, und doch haben und brauchen wir für sie Lehrbücher. Und so überzeugt sich auch der, der mit den Bergen wohl vertraut ist, schon bei einem flüchtigen Blick in das Buch von Young, daß eine solche Sammlung von Erfahrungen etwas sehr Wertvolles sein kann, und auch dem, der sich selbst einige Erfahrungen zuschreiben darf, sehr viel Neues zu bieten vermag.

Auch ein Lehrbuch des Bergsteigens kann daher wertvoll sein; aber damit es das ist, muß es ein gutes Lehrbuch sein — und das ist das vorliegende im höchsten Maße. In einer Reihe Kapitel, die ich als technische bezeichnen möchte — „Das Felsklettern", „Verbandsklettern", „Die Lehre von der Abwehr", „Auf Eis und Schnee", „Die Erkundung" und in den schon oben genannten von anderen Autoren bearbeiteten — werden die einzelnen Künste beschrieben, die der Bergsteiger beherrschen muß, vom anscheinend so selbstverständlichen Gehen auf sanft geneigter Halde oder auf schön gefrorenem Firn bis zu den Mitteln, die uns sicher an steiler Eiswand entlang führen, oder durch einen engen Felskamin und über die Türme eines luftigen Felsgrats. All das ist mit einer ganz erstaunlich feinen Analyse der Erfahrungen geschildert, auf Schritt und Tritt findet der mit diesen Dingen Vertraute ihm gefühlsmäßig geläufige Verfahren, ihm in Fleisch und Blut übergegangene Hilfsmittel klar dargelegt und in ihren Einzelheiten analysiert, hier und da auch Dinge, die er nie besonders beachtet hatte, und die ihm nun in neuem Licht erscheinen — kurz was irgend das Lehrbuch eines so vielseitigen Sports bieten kann, das gibt uns dies Buch.

Aber darüber hinaus noch ein zweites. Schon in diesen technischen Kapiteln findet sich sehr kräftig das Geistige betont: gewiß gehört zur Überwindung eines langen Anstiegs oder einer schwierigen Kletterstelle körperliche Kraft und Gewandtheit, und um einen Schneesturm oder eine Beiwachtnacht zu überstehen, muß der Körper hinreichend abgehärtet sein. Aber über die körperliche Eignung hinaus gehört zu alledem der Wille, gehört zur Planung des Unternehmens der klare Verstand, der die gegebenen Möglichkeiten gegen die bevorstehenden Aufgaben abzuwägen vermag, gehört ein gegenseitiges Verantwortungsgefühl der Seilgenossen, gehört in letzter Instanz eine richtige Zusammenstellung der letzteren. Diesen Gegenständen ist das erste umfangreichste Kapitel des Buches gewidmet: „Betrieb und Führerschaft" und die gleichen Dinge spielen eine große Rolle im Abschnitt: „Bergsteigen mit und ohne Führer." Hier schildert der Verfasser, wie unter den Kameraden, die sich zu alpinen

Unternehmungen zusammenfinden, doch immer einer der „Führer" ist, schildert das, was er zu verantworten und zu tun hat, wie er seine jüngeren Freunde einteilt und vorbereitet, wie er über Nachtquartier, Mitnahme eines ortskundigen Führers, Anstiegrouten disponiert, und wie er gegebenenfalls den Entschluß fassen muß, umzukehren, wenn Wetter oder Zustand der Teilnehmer das verlangen. Und hier bringt er uns schließlich seine Ansicht über „Führerlose" und „Führertouristen", die dem allmählich eingetretenen Wandel dieses Verhältnisses Rechnung trägt, und der sich beide Seiten, vielleicht mit Ausnahme der äußersten Ultras, wohl anschließen können.

Das ungefähr ist der Inhalt des Buches. Und die Form in der er gebracht wird, ist ebenso vortrefflich. Die Sprache ist im höchsten Maße erfrischend, der Übersetzung von RICKMERS ist die Übersetzung beim besten Willen nicht anzumerken.

So wird der Leser, der selbst die Erinnerung an viele schöne Alpenwochen pflegen kann, YOUNGS Darlegungen mit großen Vergnügen lesen, zumal ja sehr vieles — wie z. B. das Kapitel „Betrieb und Führerschaft" — gerade für ihn geschrieben ist. Aber ein Lehrbuch sollte doch hauptsächlich dem Anfänger sich nützlich erweisen, und auch das wird dies Buch tun. Freilich nicht so, daß man ohne die Berge je gesehen zu haben, zu Hause studiert und dann als vollkommener Alpinist die Tour beginnt. Das ist natürlich Unsinn, und dagegen wehrt sich der Verfasser schon selbst kräftig in der Vorrede. Aber neben der eigenen Erfahrung die der anderen zu nutzen, ist immer zweckmäßig, und so wird das Buch dem jungen Bergsteiger, der es studiert, dazu helfen, schneller als es durch die reine Praxis möglich ist, den Gipfel der Vollendung seines alpinen Könnens zu erreichen.

MAX BODENSTEIN, Berlin.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Über das Atomgewicht des von Miethe und Stammreich aus Quecksilber gewonnenen Goldes.

Prof. A. MIETHE stellte uns eine Probe seines synthetischen Goldes zur Verfügung mit dem Ersuchen, das Atomgewicht desselben zu bestimmen. Da die Menge für eine normale Atomgewichtsbestimmung nach den üblichen Methoden nicht ausreichte, andererseits aber auch eine Absolutbestimmung nicht notwendig erschien, so begnügten wir uns damit, etwaige Unterschiede gegenüber dem Atomgewicht des gewöhnlichen Goldes festzustellen. Möglichst gleiche Gewichtsmengen gewöhnlichen und synthetischen Goldes wurden zu diesem Zwecke nach Auflösung in Königswasser potentiometrisch titriert nach einer von ZINTL und RAUCH ausgearbeiteten Methode, die auf der Reduktion von Aurisalz zu metallischem Gold mit Hilfe von Titantrichlorid beruht. Drei Bestimmungen ergaben im Mittel für das Atomgewicht des synthetischen Goldes den Wert $197{,}26 \pm 0{,}2$, wenn Aurum commune zu 197,2 angenommen wird. Wenn demnach ein Unterschied gegenüber gewöhnlichem Gold bestehen sollte, so liegt er innerhalb der Fehlergrenze der Methode von 1 : 1000.

Es war a priori unwahrscheinlich, daß sich alle Quecksilberisotopen gleichmäßig an der Umwandlung beteiligen sollten, falls tatsächlich eine solche stattfindet. Nach SODDYS Theorie der Elektronenaufnahme in den Quecksilberkern könnte z. B. aus Hg_{200} und Hg_{204} kein stabiles Gold entstehen, da nach dem Instabilitätssatz von FAJANS die Goldisotope Au_{200} und Au_{204} kurzlebige β-Strahler sein müßten. Entsprechend unserem Befund müßte dann hauptsächlich Hg_{197} in Gold übergegangen sein, andererseits dürfte das synthetische Gold aber auch keine Isotope unter 197, dem niedrigsten Quecksilberisotop, enthalten. Es wäre daher sehr erwünscht, wenn die Massenspektren von gewöhnlichem und synthetischem Gold aufgenommen würden.

Die nächstliegende Deutung wäre die, daß das Gold schon im Quecksilber vorhanden war. Für eine so weitgehende Schlußfolgerung liefert indessen das Resultat unserer Bestimmungen keine sichere Basis, denn es könnte sehr wohl die Differenz im Atomgewicht kleiner als 1 : 1000 sein, ja selbst eine vollständige Übereinstimmung im Falle einer Umwandlung liegt durchaus im Bereich der Möglichkeit.

München, den 15. Juni 1925.

O. HÖNIGSCHMID und E. ZINTL.

Die Gitterstruktur des Carborunds (SiC)[1].

Für die III. Modifikation des Carborunds[2]) ergab die röntgenometrische Analyse in eindeutiger Weise folgende Atomanordnung:

Die Translationsgruppe ist hexagonal; die Bravaisschen Achsen besitzen die Länge:

$$a = 3{,}09_5 \text{ Å},$$
$$c = 10{,}10 \text{ Å}.$$

Das Achsenverhältnis ist also:

$$\frac{10{,}10}{3{,}095} = 3{,}26 \; (\sim 2 \cdot 1{,}633) \, .$$

Im Bravaisschen Parallelepiped liegen 4 Moleküle. Die Atomkoordinaten sind:

$$C: 000, \; 00\tfrac{1}{2}, \quad \tfrac{1}{3}\tfrac{2}{3}\tfrac{1}{4}, \quad \tfrac{2}{3}\tfrac{1}{3}\tfrac{3}{4};$$
$$Si: 00p, \; 00\tfrac{1}{2}+p, \; \tfrac{1}{3}\tfrac{2}{3}\tfrac{1}{4}+p, \; \tfrac{2}{3}\tfrac{1}{3}\tfrac{3}{4}+p;$$
$$p = \frac{3}{16}.$$

Die für die Modifikationen I und II so charakteristische *tetraedrische* Atomanordnung bleibt auch bei Modifikation III in genau derselben Größe erhalten; der Minimalabstand $C-Si$ beträgt also auch hier 1,90 Å.

Der Elementarbereich läßt sich auffassen als Zwillingsverwachsung zweier Wurtzitbereiche mit der c-Achse als digonalen Zwillingsachse.

Eingehendere Mitteilung erfolgt ebenfalls in der Zeitschr. f. Krystall.

München, den 14. Juni 1925. H. OTT.

[1]) Vgl. auch die Mitteilungen über die Modifikationen I und II des Carborunds in dieser Zeitschr. 13, H. 15, S. 319. 1925 u. 13, H. 4. 1925.

[2]) Die Bezeichnungsweise ist im Anschluß an BAUMHAUER: Die verschiedenen Modifikationen des Carborunds. Zeitschr. f. Krystall. 55, S. 247, gewählt.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig